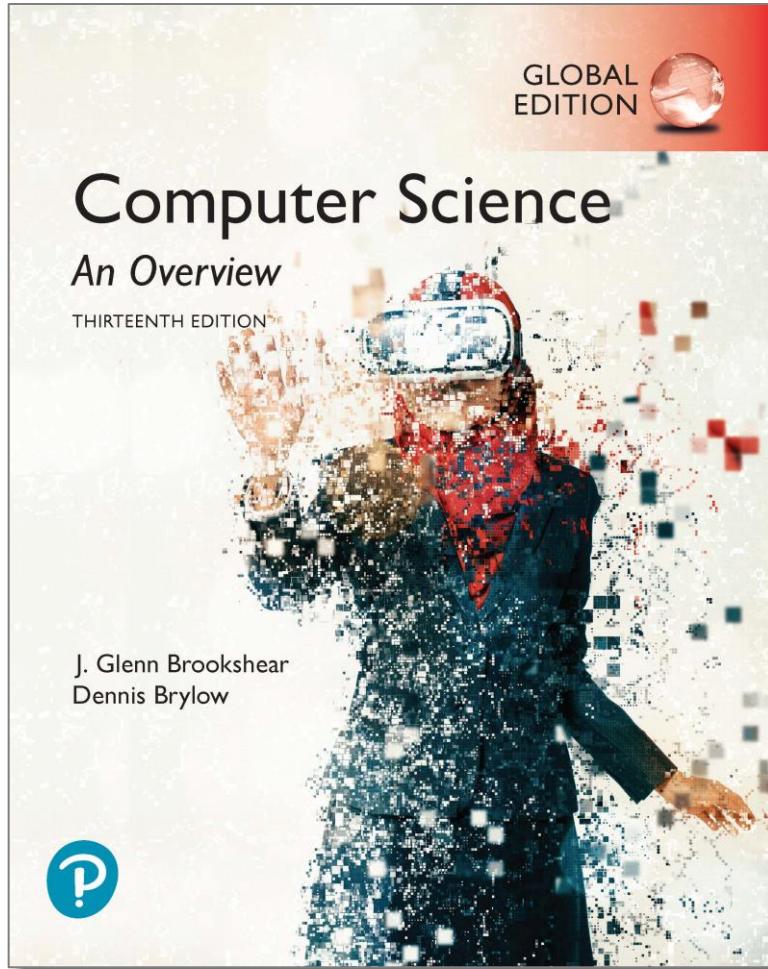


# Computer Science An Overview

13<sup>th</sup> Edition, Global Edition



## Chapter 11

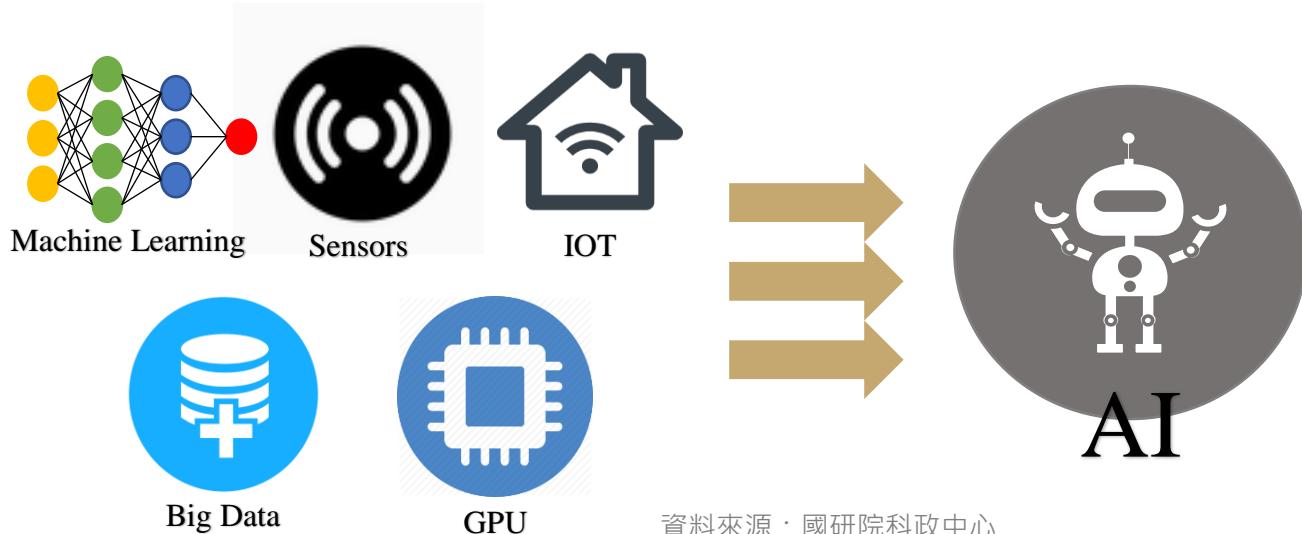
### Artificial Intelligence

# Chapter 11: Artificial Intelligence

- 11.1 Intelligence and Machines
- 11.2 Perception
- 11.3 Reasoning
- 11.4 Additional Areas of Research
- 11.5 Artificial Neural Networks
- 11.6 Robotics
- 11.7 Considering the Consequences

# AI一夕爆紅的原因

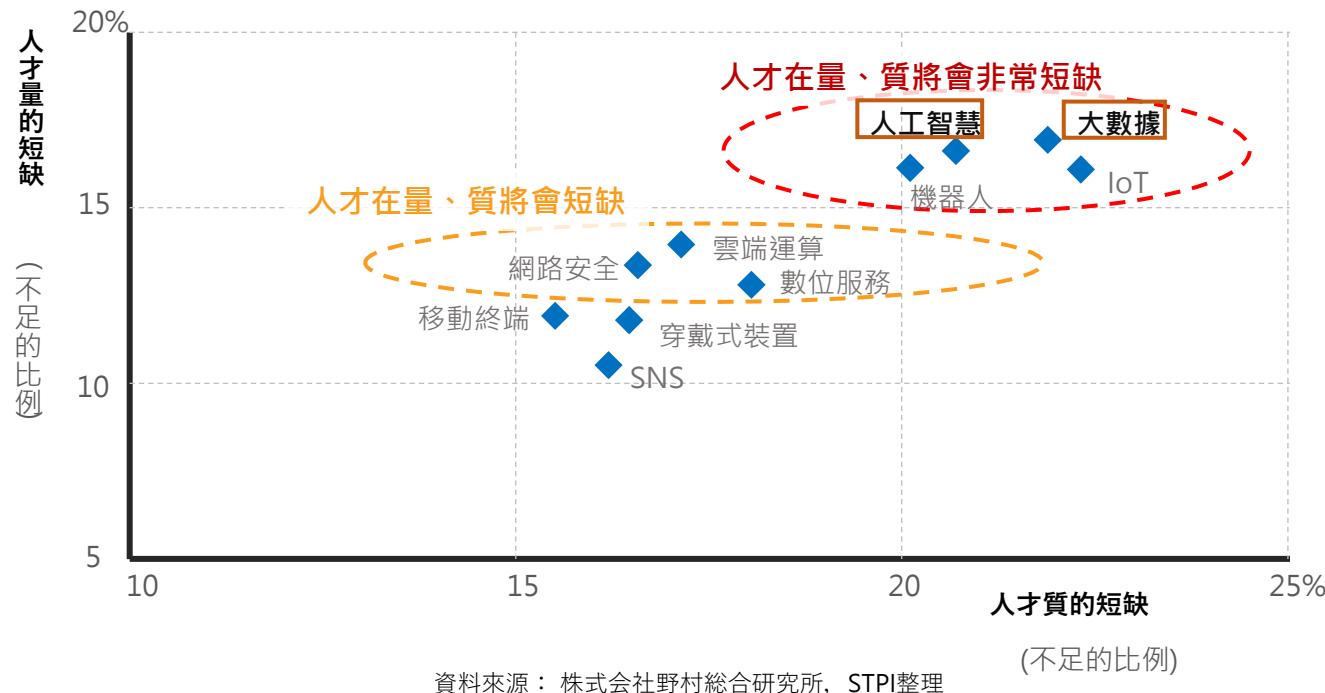
- 類神經網路、深度學習等機器學習演算法的突破 (軟體)
- 大數據與運算能力的加速結合運用 (硬體)
- 各類物聯網和感知系統的興起 (應用)



資料來源：國研院科政中心

# 未來尖端IT人才在質、量的缺口

## 未來尖端 IT 人才 將「大幅不足」的比例



# 我國專利集中於機器學習與自然語言處理

美國專利(USPTO)核心技術國家別分布概況

國際權利人 核心技術細項		國家別														
		美國	日本	德國	韓國	加拿大	台灣	英國	瑞士	以色列	法國	中國	愛爾蘭	芬蘭	荷蘭	印度
神經網路	·利用神經網路模式	240	25	17	5	3	6	5	4	3	3	4	2	1	3	
	…體系建構	254	12	6	8	3	3	4			5	3	1			
	…神經網絡、神經元或神經元部分之硬體實現	71	7	1	8	1		2		1	6	2		1		
	…採用電子方式	65	7	1	7	1		1		1	6	2				
	…採用光學方式	1						1					1			
	…學習方法	298	33	11	11	3	5	5			6	2	3	1	1	
	…在通用計算機上之模擬	43		4									1			
人工智慧 技術趨勢	·採用基因模式	177	27	9	6	3	6	1	3	1	1	2	2	1	3	3
	知識模式之計算機系統	1,146	108	65	29	17	11	21	19	21	13	9	13	9	6	10
	專家系統	1,833	162	87	46	37	15	30	16	32	16	9	22	10	4	15
	·推理方法或設備	668	38	21	13	11	2	14	1	22	7	8	9		2	6
模糊邏輯	·採用模糊邏輯	310	32	12	8	11	1	7	1	3	3	3		1	2	
	…硬體實現	51	11	1		2	2	1		1			3	1		
	…在通用計算機上之模擬	282	26	11	6	9		7	2	3	2	3		2		
機器學習	…規則摘取、知識發現、相關性、聚類、分類	2,474	347	122	77	51	42	32	21	40	33	19	22	17	15	20
	適用於特定功能數據處理方法	2,054	479	88	74	78	19	31	27	25	26	27	43	20	14	13
自然語言 處理	·自然語言資料處理	2,080	573	77	101	115	32	24	30	21	24	31	29	19	9	6
	…內文處理	2,064	580	73	97	108	23	25	34	21	21	30	31	19	8	9
	…利用代碼進行操作	2,152	550	88	87	84	22	26	40	26	20	30	34	21	8	6
	…編輯，如插入／刪除	2,106	569	88	105	93	27	27	33	17	21	31	34	16	10	7
	…自動斷字	2,116	628	91	95	94	25	23	31	19	20	25	31	18	8	6
	…自動用連字符號連接	2,117	630	91	94	92	25	23	32	19	20	25	32	18	8	5
	…自動分析，如編譯語法分析	2,068	488	66	92	131	24	34	31	31	22	37	31	22	13	11
	…自然語言之處理或翻譯	2,089	551	65	109	98	30	34	23	26	22	37	28	15	9	12

附註：表格內之數字為專利數

- ❖ 台灣與中國在人工智慧美國專利核心技術最大差別是神經形態運算硬體的布局，資料顯示，台灣尚未拿到美國專利，而中國已經拿到美國專利

資料來源：MIC，2017年9月



# 台灣業界擁有之AI關鍵技術

Deep Learning	Pattern Recognition	Knowledge System	Text Analytics
聯發科	TCIT(影像辨識)	龍捲風科技(知識檢索)	沛星互動(語意分析)
竹間智能	鐵雲科技(影像辨識)	聯詠科技(影像處理)	精誠(語意分析)
品行科技(深度學習)	賽微科技(語音辨識)	探宇科技(資料探勘)	碩網(語意分析)
行動貝果(深度學習)	創意引晴(影像辨識)		聲碩(語意分析)
思凱睿克(深度學習)	精誠(語音辨識)		龍捲風科技(語意分析)
	浩鑫(人臉辨識)		
	聲碩(語音辨識)		
	賽微(語音辨識)		
	神盾科技(指紋辨識)		
	由田新技(影像辨識)		
	SkyREC(影像辨識)		
Machine Learning		Opinion Mining/ Sentiment analysis	Time Series Analysis (Manufacturing Domain)
全智慧科技	大猩猩科技(影像辨識) 盾心科技(影像辨識)	立達軟體(影像辨識)	竹間智能(情緒分析)
盾心科技			英業達 鴻海 廣明光電

資料來源：工研院巨資中心/IEK(2016.11)

# 11.1 Intelligent Machines

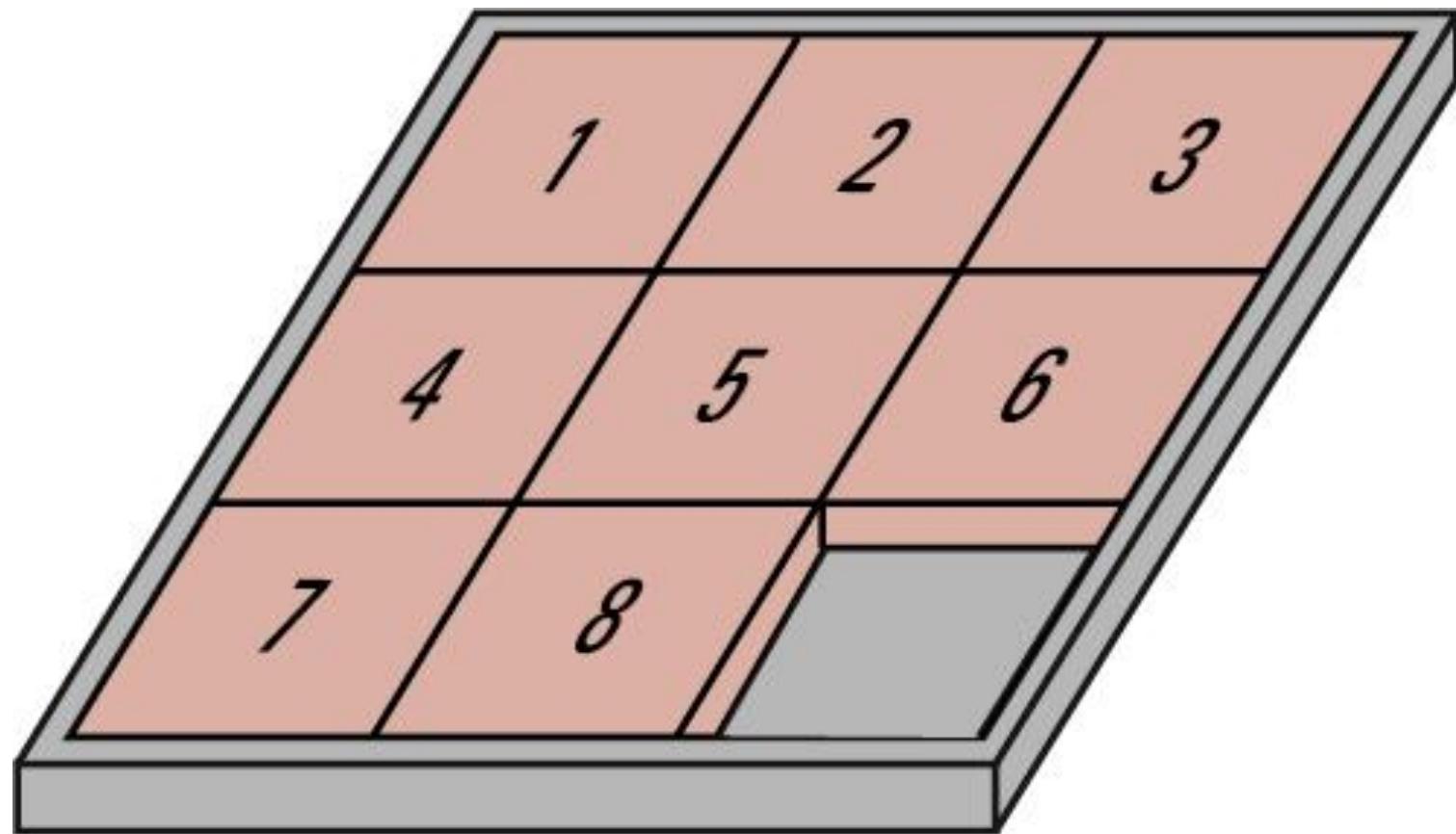
- **Agent:** A “device” that responds to stimuli from its environment
  - Sensors
  - Actuators
- Much of the research in artificial intelligence can be viewed in the context of building agents that behave intelligently

# Levels of Intelligent Behavior

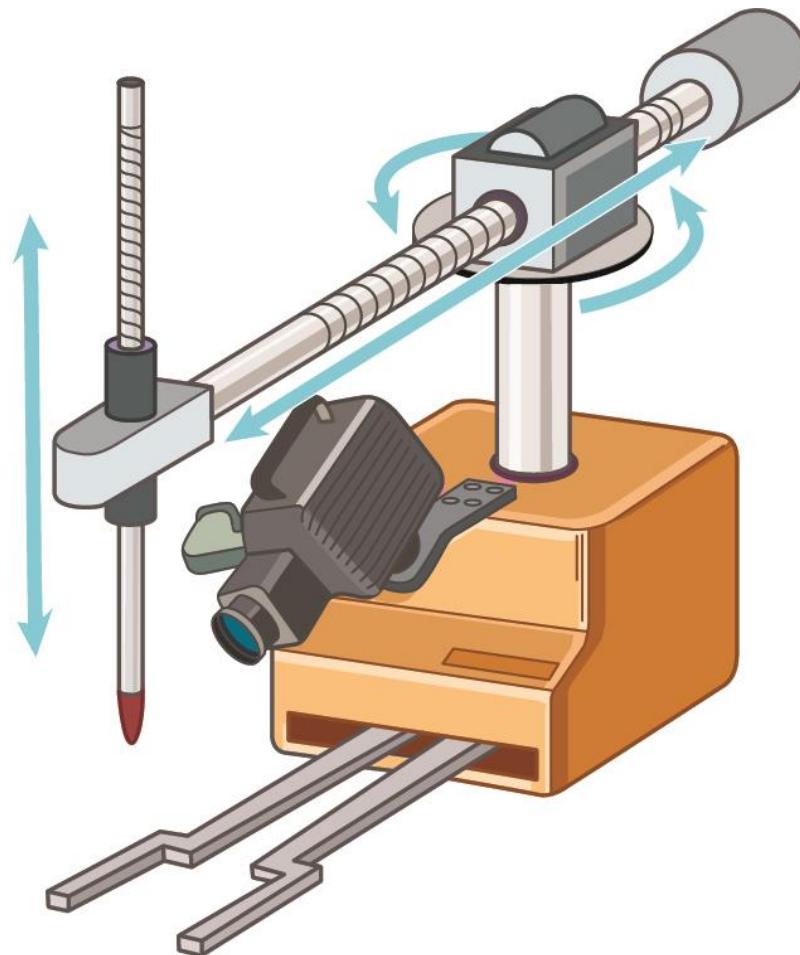
- Reflex: actions are predetermined responses to the input data
- More intelligent behavior requires knowledge of the environment and involves such activities as:
  - Goal seeking
  - Learning



**Figure 11.1 The eight-puzzle in its solved configuration**



## Figure 11.2 Our puzzle-solving machine

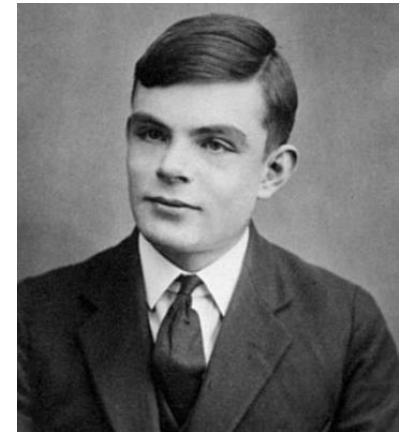


# Approaches to Research in Artificial Intelligence

- Engineering track
  - Performance oriented
- Theoretical track
  - Simulation oriented

# 人工智慧之父 - 艾倫 · 圖靈 (Alan Turing)

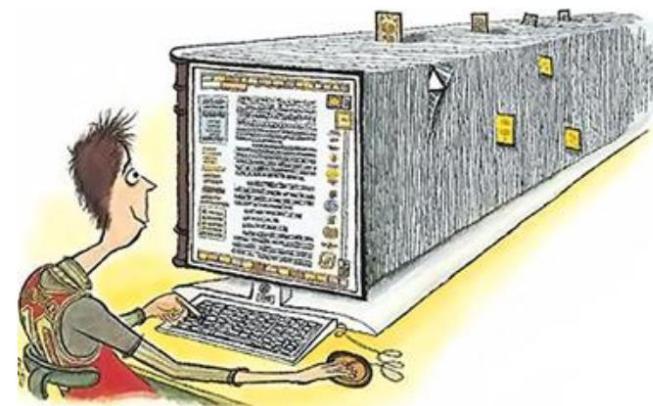
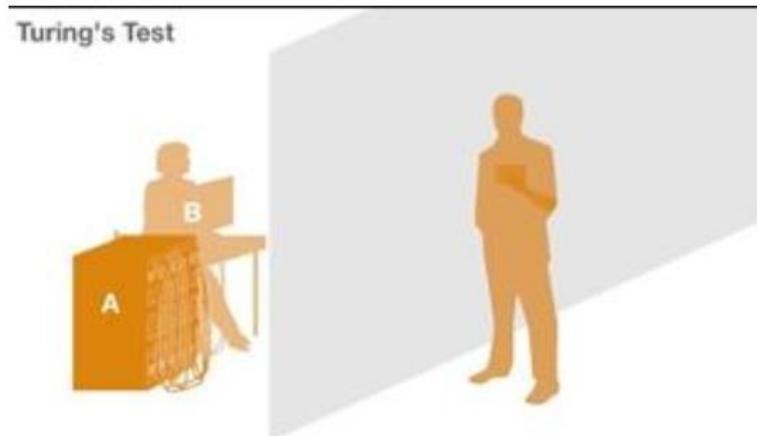
- ✓ 英國計算機科學家、數學家、密碼分析學家和理論生物學家
- ✓ 1931年進入劍橋大學國王學院，畢業後到美國普林斯頓大學攻讀博士學位
- ✓ 圖靈測試 (Turing Test)
- 曾在1950年，寫過一篇名為《計算機器和智能》  
(Computing Machinery and Intelligence) 的論文，提問  
「機器會思考嗎？」 (Can Machines Think?)



A.D.1912-1954

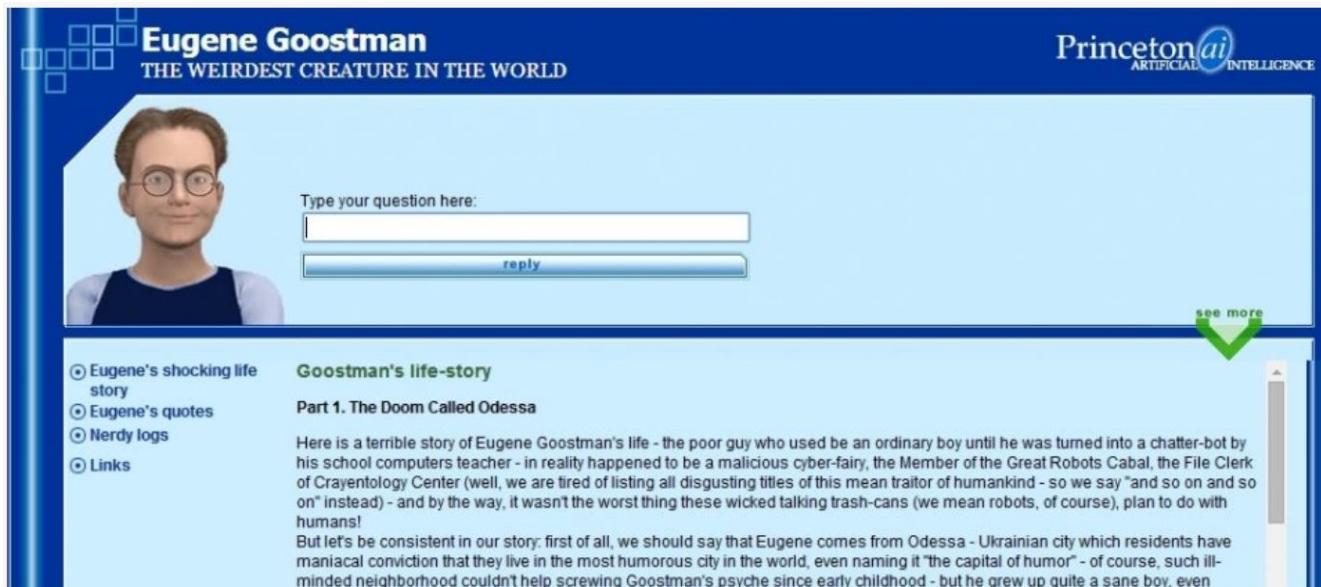
# Turing Test

- Test setup: Human interrogator communicates with test subject by typewriter.
- Test: Can the human interrogator distinguish whether the test subject is human or machine?



# Turing Test

- ✓ 英國雷丁大學（University of Reading）系統工程學系宣布，來自俄國的尤金·古斯曼（Eugene Goostman）超級電腦在倫敦皇家學會所舉辦的 Turing Test 2014 競賽首次通過「圖靈測試」，也是首次電腦騙過人類，讓人相信它是一位十三歲男孩，人工智慧歷史跨入新的里程碑

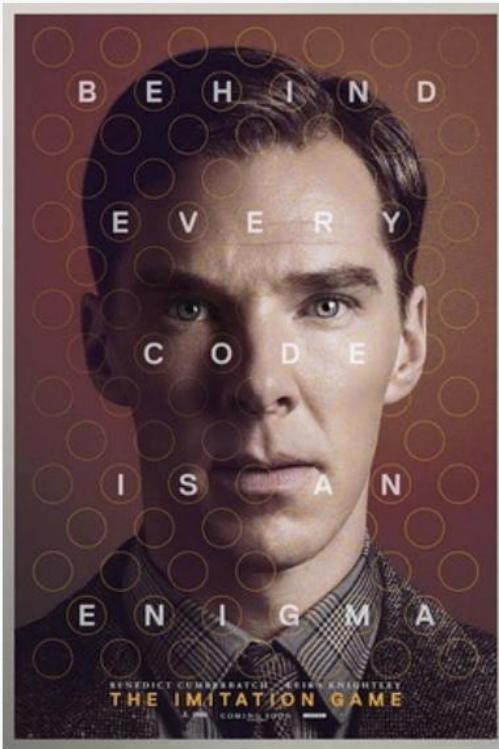


# 破解德軍密碼系統Enigma



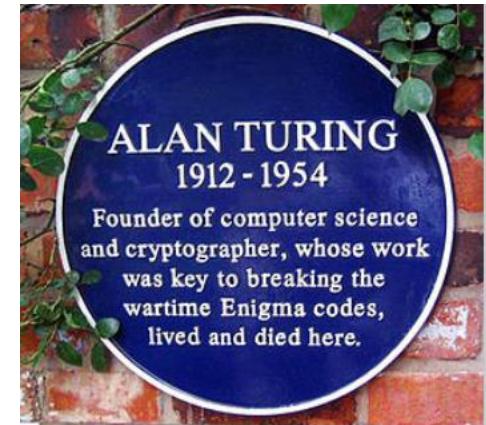
- ✓ 1939年，圖靈被英國皇家海軍招聘，並在英國軍情六處監督下從事對德國機密軍事密碼的破譯工作
- ✓ Enigma 的原理在於它有三個旋轉盤，每一旋轉盤共有26個電路選項。透過這些電路，在按下明文某一字母(如A)時，代表密文某一字母(如E)的電燈亮著，因此，商用 Enigma 密碼機可以擁有  $26 \times 25 \times 26 = 16,900$
- ✓ 軍用Enigma更是要在五個旋轉盤(標記為I,II,III,IV,V)中選擇(其後增為8個)其中三個(即總旋轉盤組合為  $5 \times 4 \times 3=60$ )
- ✓ 德軍所使用的 Enigma 密碼機還設有 Plugboard (接線板) 的裝置，可以把共十對的字母互換，例如把 Q 轉換為 E，E同時轉換為Q，令加密組合數量大幅增加，總共為  $158,962,555,217,826,360,000$  個組合。

# 奧斯卡提名電影 – 模仿遊戲 (2014)



# 迫害與平反

- ✓ 1952年，他的同性伴侶協同一名同謀一起闖進圖靈的房子行竊，但是英國警方的調查結果使得他被控以「明顯的猥褻和性顛倒行為」罪
- ✓ 因為圖靈的同性戀傾向而遭到的迫害使得他的職業生涯盡毀
- ✓ 1954年，圖靈因食用浸過氰化物溶液的蘋果而死亡
- ✓ 2013年12月24日，英國女王伊莉莎白二世赦免1952年因同性戀行為被定罪的艾倫·圖靈



圖靈在東柴郡威姆斯洛的家，掛有藍色牌匾。

# 人工智慧之父 – 約翰·麥卡錫(John McCarthy)

- ✓ 1948年取得數學學士學位、1951年取得普林斯頓大學的數學博士學位
- ✓ 1956 年於「達特茅斯學會」提出 Artificial Intelligence，人工智慧以一門學科的身份正式誕生
- ✓ 1958 在麻省理工學校任教時，發明了 LISP 程式語言
- ✓ 1962年到史丹佛大學任教，直到2000年退休
- ✓ 1971年獲得圖靈獎(Turing Award)，表彰他在人工智慧領域的成就。圖靈獎被稱為「計算機界的諾貝爾獎」
- ✓ 2011年登上 IEEE 學會的人工智慧名人堂。



A.D.1927-20

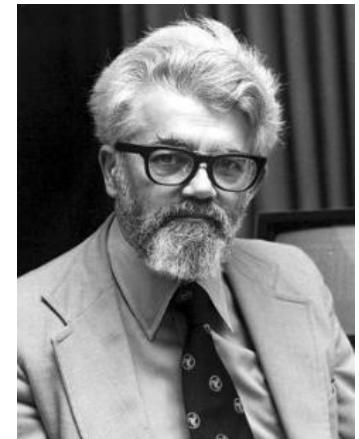
 @stanfordeng  
Stanford Engineering

@Nassosdim @asteris @wendyg sadly, we have confirmed that John McCarthy passed away Oct. 23.

5小时前 通过 web 收藏 转推 回覆

# 麥卡錫!!!! 半世紀前就預測 Siri

- ✓ McCarthy認為，如果機器可以執行工作，那麼我們就可以運用程式語言來讓電腦像機器一樣的運作
- ✓ 他相信，人工智慧應該要著重在互動
- ✓ 現在最熱門的iPhone Siri智能助理，就是在這樣的思想脈絡下，一路傳承而發明的產品



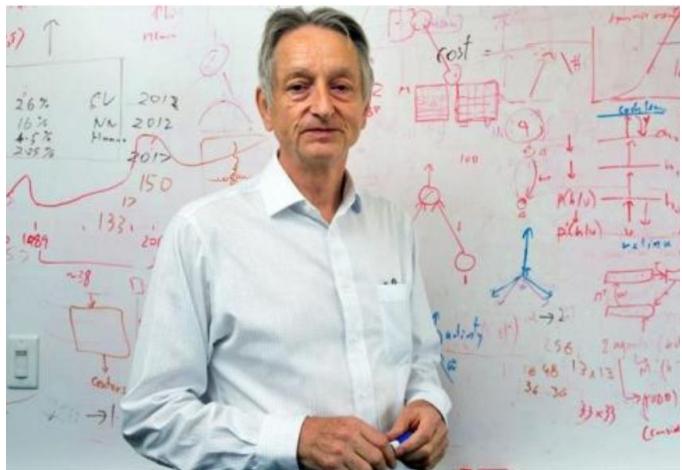
約翰大叔

# 神經網路之父、深度學習鼻祖 - 傑弗里·辛頓 (Geoffrey Hinton)

- ✓ 1970年取得英國劍橋大學實驗心理學學士、1978年取得愛丁堡大學人工智慧博士學位
- ✓ 目前擔任多倫多大學計算機科學系教授，也是加拿大首席的機器學習領域學者
- ✓ 2013年3月加入Google，同時Google併購了他創辦的DNNresearch公司
- ✓ 將「深度學習」從邊緣課題變成了Google仰賴的核心技術，並將Hinton Back Propagation(反向傳播演算法)應用到類神經網路與深度學習



# 深度學習團隊



Geoffery Hinton, 在 Google 工作的 AI 大師

Yoshua Bengio, 蒙特婁大學的教授暨 AI 研究員

Yann LeCun, 紐約大學的人工智慧研究者, 目前在 Facebook 工作

## 11.2 Perception

- To respond intelligently to input from its sensors, an agent must be able to understand that input
- Perception is the ability to understand input
  - Images
  - Language
  - Other areas

# 什麼是大數據？

D.Laney,3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety, Technical Report, 2001.

- **Volume (大量)**

- 以過去的技術無法管理的資料量，資料量的單位可從 TB (terabyte, 一兆位元組) 到 PB (petabyte, 千兆位元組)。

- **Variety (多樣性)**

- 企業的銷售、庫存資料；網站的使用者動態、客服中心的通話紀錄；社交媒體上的文字影像等企業資料庫難以儲存的「非結構化資料」。

- **Velocity (速度)**

- 資料每分每秒都在更新，技術也能做到即時儲存、處理。

# 大數據的定義只有3V?

- 傳統3V
  - Volume
  - Velocity
  - Variety
- 第4個V - 價值 (Value)
  - 專注於技術，卻忘了創造價值，但這卻是一個大數據計畫能否成功的關鍵。
  - Google Flu Trends,  
<https://www.google.org/flutrends/about/>



24

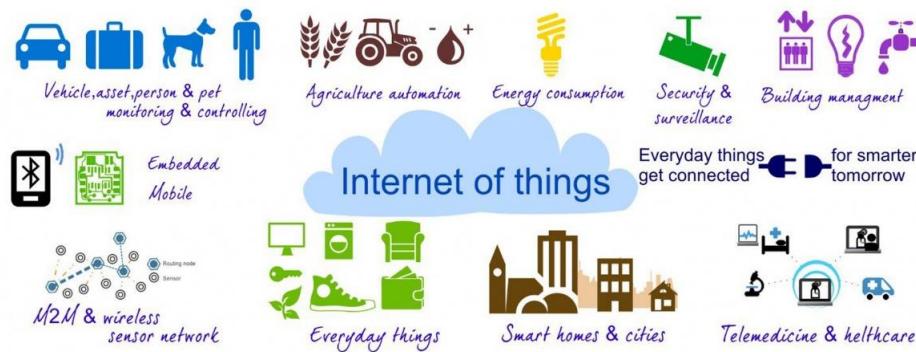
I.A.T. Hashema, I. Yaqooba, N.B. Anuara, S. Mokhtara, A. Gania, S.U. Khanb, The rise of big data on cloud computing: review and open research issues, Inf.Syst. 47(2015) 98–115.

# 大數據發展可以分成三階段

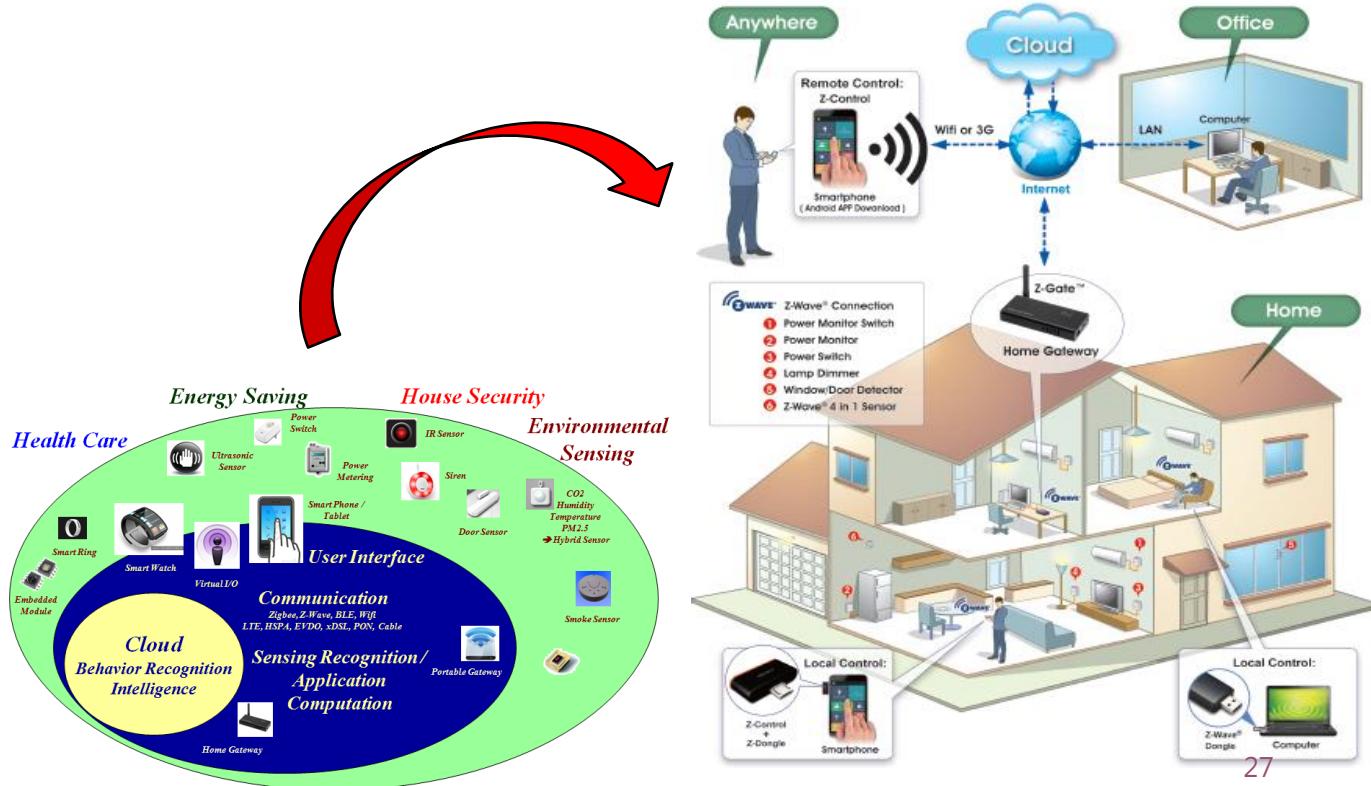
- **第一階段是.com時期**
  - 蒐集log資料，Cookie和搜尋行為，不只是知道使用者買什麼東西，而是更深層地去分析行為
- **第二階段是社交網站**
  - 正在經歷的階段，分析Facebook、Twitter、部落格文章，可進一步了解顧客行為
- **第三階段是物聯網**
  - 分析來自感測器的數據

# 物聯網(Internet of Things, IoT)

- 物聯網是指運用智慧感測裝置收集物理世界運作的資訊，經過互聯的傳輸網路，到達特定的資訊處理中心儲存、分析及運用，而實現物與物、人與物之間的自動資訊交換和智慧互動的泛在網路系統。
- 無線射頻辨識技術(Radio Frequency Identification, RFID)、感測網路、雲端應用為主要技術



# Amazon Echo



# 關聯規則 – 推薦機制

- 在龐大的資料庫中某一些物件間存在有彼此的關聯性
- 起源在於分析市場購物籃資料中的大量商品集合(Large itemsets)的關聯程度，因此，也稱為市場購物籃分析(Market Basket Analysis)
- 關聯法則通常應用在市場購物籃分析上，藉由POS系統所紀錄的消費者購買紀錄，分析出購買商品之間的關聯性
- 啤酒與尿布範例



# 案例介紹 -香港服飾業

- 香港服飾業採用RFID打造智慧購物空間
- 2012年刊登在知名期刊Int. J. Production Economics上的學術研究，主要是應用RFID作為收集顧客購買行為記錄的媒介，再運用資料探勘的關聯規則作為推薦商品的機制。



Intelligent product cross-selling system with radio frequency identification technology for retailing

W.K. Wong <sup>a,\*</sup>, S.Y.S. Leung <sup>a</sup>, Z.X. Guo <sup>a</sup>, X.H. Zeng <sup>b</sup>, P.Y. Mok <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Institute of Textiles and Clothing, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong Special Administrative Region

<sup>b</sup>College of Information Science and Technology, Donghua University, Shanghai, China

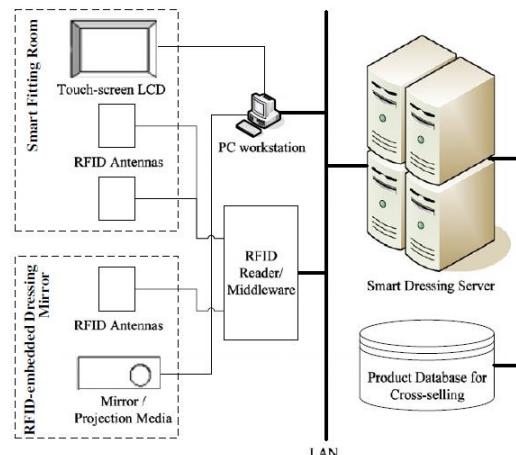


Fig. 2. System architecture of RFID-enabled SDS for cross-selling in the fashion retail industry.

# 案例介紹 -香港服飾業

a



b



c



d



e



# 案例介紹 -香港服飾業

a

Attributes and their importance	
Attribute Name	Importance
Color	Extremely High
Length	High
Occasion	Very High
Pattern	Medium
Silhouette	High
Size	Very High
Texture	High
Trend	High

b

Collecting the values of attributes						
Color	Size	Silhouette	Length	Occasion	P	< >
<b>Enumerating the values for Color :</b>						
Options						
Baby Pink						
Beige						
Black						
Blue						
Brick Red						
Brown						
Caramel						
Charcoal Grey						

c

**Expert knowledge acquisition**

Color	Leng	Occ	Patt	Silho	Size	Text	Tren
If the Color of g1 is <Beige> and the Color of g2 is <Blue> then C							
If the Color of g1 is <Black> and the Color of g2 is <Black> then D							
If the Color of g1 is <Blue> and the Color of g2 is <Red> then E							
If the Color of g1 is <Brick Red> and the Color of g2 is <Black> then F							
If the Color of g1 is <Brick Red> and the Color of g2 is <Blue> then G							
If the Color of g1 is <Baby Pink> and the Color of g2 is <Red> then H							
If garment 1 is and garment 2 is then the degree of matching is							
Baby Pink	Medium Yellow	Excellent					
Beige	Multi	Very good					
Black	Orange	Good					
Blue	Pink	Fair					
Brick Red	Purple	Poor					
Brown	Red	Very poor					

**Delete rule**   **Add rule**   **Change rule**   **Close**

d

**Fashion depiction**

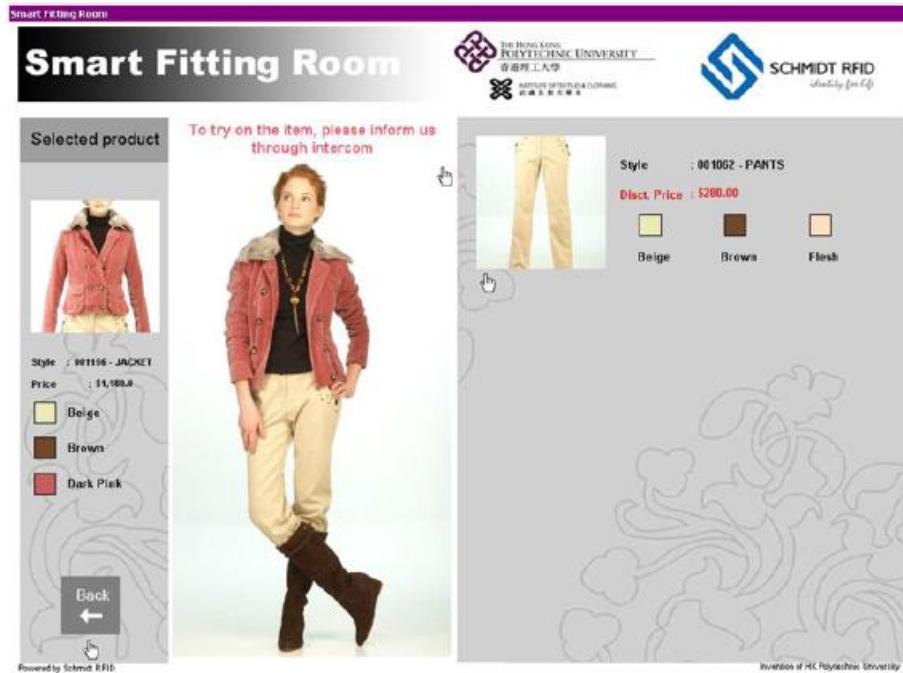
Basic Information		
Fashions Collection	Garmet ID: Skirt B	Type: Skirt
	Description: Green Skirt	SKU_Code: 001197
	Color: Dark Green	Length: Normal
	Occasion: Casual	Pattern: With Work
	Silhouette: Normal	Size: 42
	Texture: Cotton	Trend: Trendy



**Next**   **Delete**   **Update**   **Close**

上

# 案例介紹 -香港服飾業



**Fig. 7.** Mix-and-match recommendations in the fitting room by the Smart Dressing System. (For interpretation of the references to color in this figure, the reader is referred to the web version of this article.)



**Fig. 9.** A movable smart dressing mirror.

32

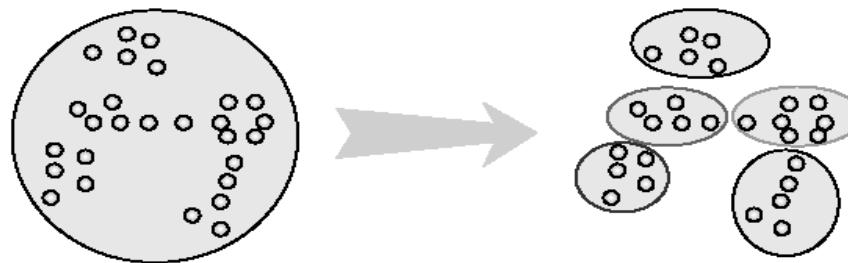
## 11.3 Reasoning

Once an agent can accept input and produce output, its reasoning abilities can be developed.

Two methods of reasoning are **Production Systems** and **Search Trees**.

# 分群法 – 資料區隔

- 將資料集合中的資料記錄，又稱為資料點，加以分群成數個群集 (cluster)，使得每個群集中的資料點間相似程度高於與其它群集中資料點的相似程度
- 主要的目地是分析資料彼此間的相似程度，藉由分析所找到的群集結果，推論出有用、隱含、令人感興趣的特性和現象
- 在群集分析的過程中，並沒有預先指定好的類別資訊，也沒有任何資訊可以表示資料記錄彼此之間是相關的



# 案例介紹 - 達美航空

- 達美航空於2010年完成跟西北航空合併之後，成為全世界航線里程與客運機隊規模最大的航空公司
- 2014年，SapientNitro廣告公司應用主成分分析(Principal Component Analysis)與K平均算法(k-means)去分析達美航空的飛機數據



# 案例介紹 - 達美航空 (續)

- 從達美航空的官方網站(Delta.com)取出客機本身的數據，以客機型號為AIRBUS A319 VIP，可被量化的屬性共33種，包含巡航航速(Cruising speed)、載客數(Accommodation).....
- 網站上一共提供了44架客機的數據。

AIRBUS A319 VIP		
31C		
		
SEAT WIDTH/ PITCH	First Class	Club Seating
Business Class 14 Seats 21 in/59 in (53 cm/150 cm)	28 Seats 19.4 in/40 in (49 cm/102 cm)	12 Seats 19.4 in/44 in (44 cm/112 cm)
ACCOMMODATION	CRUISING SPEED	RANGE
54 passengers	517 mph (832 km/h)	3,119 miles (5,020 km)
ENGINES:		
2 Turbofans Wing Mounted		
AMENITIES		
Select DVD	PERSONAL VIDEO	Wi-Fi Onboard
DIMENSIONS		
Wingspan 111 ft/10 in (34.09 m)	Tail Height 38 ft/7 in (11.76 m)	Length 111 ft/0 in (33.83 m)
 Exit	 Galley	 Lavatory
 Business Class	 First Class	 Club Seating

# 案例介紹 - 達美航空 (續)

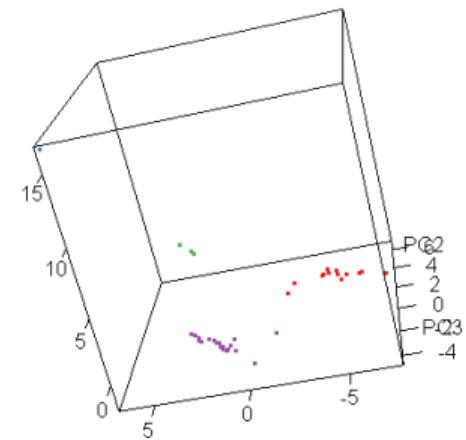
- Step 1
  - 進行探索式資料分析(Exploratory data analysis)，發現這些數據有許多正相關(Positive correlation)
- Step 2
  - 採用主成分分析(Principal component analysis)進行降維的動作，可以解釋85%的數據的主成分。
- Step 3
  - 採用K平均算法(k-means)將數據分成4種群組

# 案例介紹 - 達美航空 (續)

- Cluster 1
  - 一架飛機，就是Airbus A319 VIP，本身就是有錢人才會搭的飛機。
- Cluster 2
  - CRJ 100/200's、E120、ERJ-145，屬於載客量較小的飛機
- Cluster 3 & Cluster 4
  - 常見的客機，像是波音757、767等

# 案例介紹 - 達美航空 (續)

- 將乘客資料與這些數據整合一起，找到乘客群組，客製化行銷
- 將每一台維修資料整合一起，找到經常維修的群組，加強客機的維運



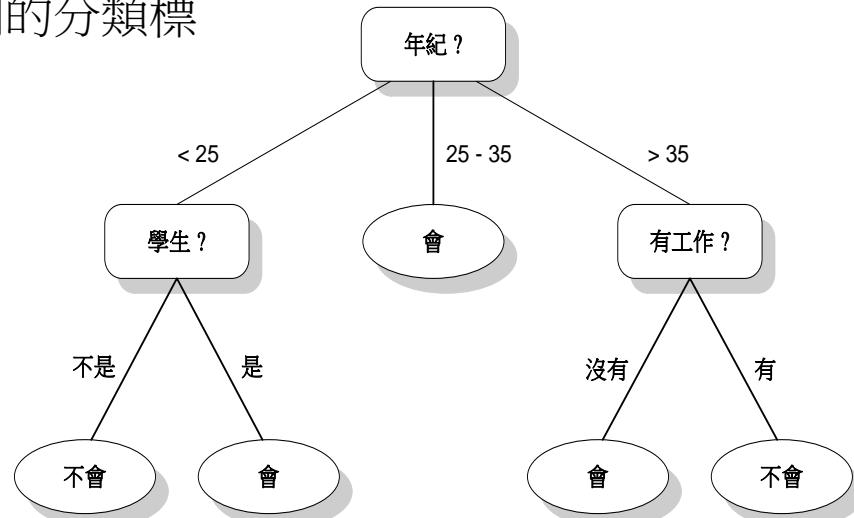
# 分類法 – 建立預測模型

- 決策樹是一種語意樹(Semantic Tree)，與資料結構中的樹狀結構相仿，皆擁有根(Root)、節點(Node)以及樹葉(Leaf)等結構
- 每一節點都有一個分類的測試條件，就如「**IF-THEN**」的控制結構，利用測試結果來決定資料將分類於此節點的哪個枝幹(Branch)，並繼續作為分類的條件和最後的決策

# 何謂決策樹

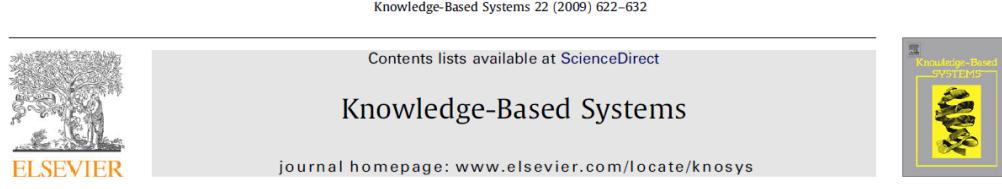
- 類似流程的樹狀結構
- 樹的中間節點 (non-leaf nodes) 代表測試的條件
- 樹的分支 (branches) 代表條件測試的結果
- 樹的葉節點 (leaf nodes) 代表分類後所得到的分類標記，也就是表示分類的結果

「是否會玩網路遊戲」的決策樹



# 案例介紹 -美國聯邦航空管理局

- 美國聯邦航空管理局(FAA)的數據來挖掘出可能會出現航空事故的特徵
- 2009年刊登在知名期刊Knowledge-Based Systems上的學術研究，主要是應用Megaputer Intelligence所開發的PolyAnalyst與挪威科技大學開發的Rosetta



Classification rule discovery for the aviation incidents resulted in fatality

Feyza Gürbüz<sup>a,\*</sup>, Lale Özbakır<sup>a</sup>, Hüseyin Yapıcı<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Department of Industrial Engineering, University of Erciyes, Kayseri 38039, Turkey

<sup>b</sup>Department of Mechanical Engineering, University of Erciyes, Kayseri 38039, Turkey



# 案例介紹 -美國聯邦航空管理局 (續)

- 飛航安全是國際間大家都很在意的事情，像前陣子馬來西亞航空370號班機事件就是一個遺憾的事件
- 這篇研究的資料取自美國聯邦航空管理局，為了要提升「飛航安全」，所以美國建置了航空安全資料分析與分享平台(**Safety Information Analysis and Sharing**簡稱**ASIAS**)，其中有個資料庫叫做**AIDS(Accident/Incident Data System)**，該資料庫收錄從1978年以來的航空事故資料。

# 案例介紹 - 美國聯邦航空管理局 (續)

- 事件報告的識別號碼
- 事件發生的日期
- 事件發生的城市
- 事件發生的國家
- 事件發生的機場
- 事件的操作類型
- 事件結果
- 在飛行時間的操作
- 事件所涉及的製造商
- 涉及事件的飛機型號
- 飛機的序列號
- 飛機的操作者姓名
- 發生事件的主要領域
- 飛機的官方註冊代碼
- 所有涉及致命傷害的總人數
- 所有非涉及致命傷害的總人數
- 飛機的引擎製造商
- 飛機的引擎型號
- 飛機的引擎組碼(Group code)
- 飛機上的引擎數量
- 飛行員證書(是/否)
- 飛行員總飛行時數
- 在事件中飛行員的飛行時數

# 案例介紹 - 美國聯邦航空管理局 (續)

- Step 1
  - 採用了粗糙集(Rough sets)來進行屬性縮減的動作
- Step 2
  - 選擇用基因演算法(Genetic Algorithm)作為屬性縮減(Reduce)與挑選(Selector)的方法，最後整理出23個資料集與屬性組合
- Step 3
  - 再以決策樹進行分析

# 案例介紹 -美國聯邦航空管理局 (續)

- 以粗糙集的方式從23個屬性中挑出「事件發生的日期」、「國家」、「操作類型」<sup>3</sup>個屬性，並指出這些是航空事故有極度相關的屬性
- 「操作類型」所包含的資料如下：
  - 農業型、商業型、出租、承運、一般、跳傘、部分營運商、訓練、其他業務、輕量車輛運輸

# 案例介紹 -美國聯邦航空管理局 (續)

Table 6

Prediction rules with decision trees.

- IF type of operation = 1 OR type of operation = 2 OR type of operation = 3 OR type of operation = 4 OR type of operation = 7 OR type of operation = 9 THEN fatality = NO
- IF type of operation = 5 AND event date < 25.03.2002 AND aircraft damage = 2 THEN fatality = NO
- IF type of operation = 5 AND event date < 25.03.2002 AND aircraft damage = 1 THEN fatality = YES
- IF type of operation = 5 AND event date < 25.03.2002 AND aircraft damage = 3 AND flight plan filed = 1 OR flight plan filed = 2 THEN fatality = NO
- IF type of operation = 5 AND event date < 25.03.2002 AND aircraft damage = 3 AND flight plan filed = 6 THEN fatality = YES
- IF type of operation = 5 AND event date > =25.03.2002 THEN fatality = NO
- IF type of operation = 6 OR type of operation = 10 THEN fatality = YES

- 「跳傘的航班」與「輕量車輛運輸」發生事故的機率較高，因為在眾多規則中，它們組合重複出現次數較高。
- 於2001年8月28日到2002年3月25日的一般運輸容易發生事故，筆者認為是這段時間國際的事故較多，導致分析結果。

# Language Processing

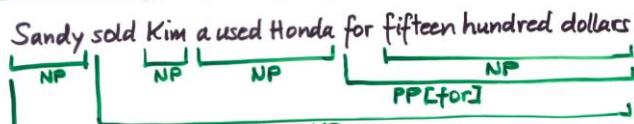
- Syntactic Analysis
- Semantic Analysis
- Contextual Analysis



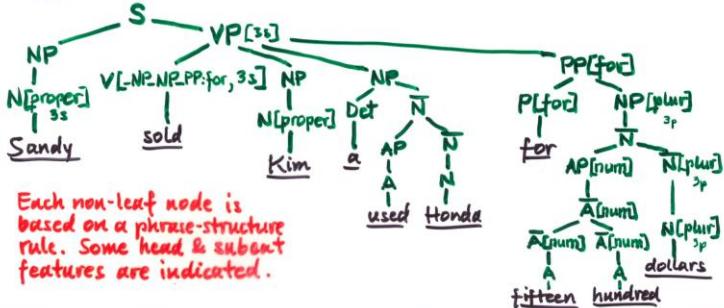
CSC 247/447

## SYNTACTIC ANALYSES - examples

### Phrase bracketing (rough analysis)



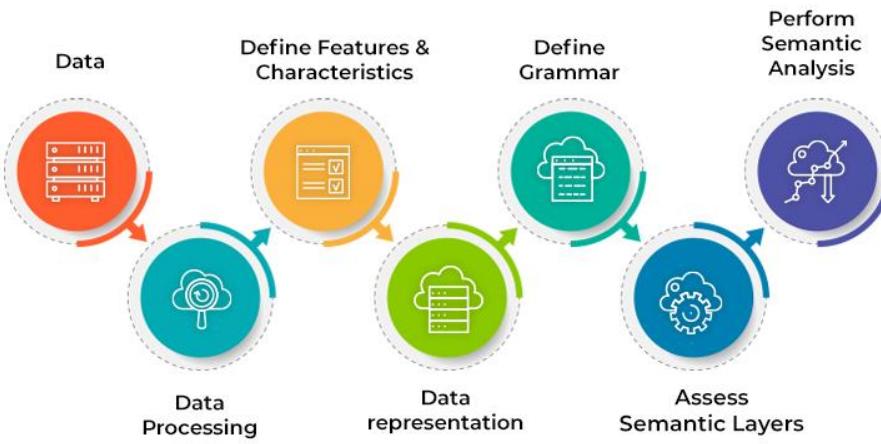
### More detail: phrase structure trees



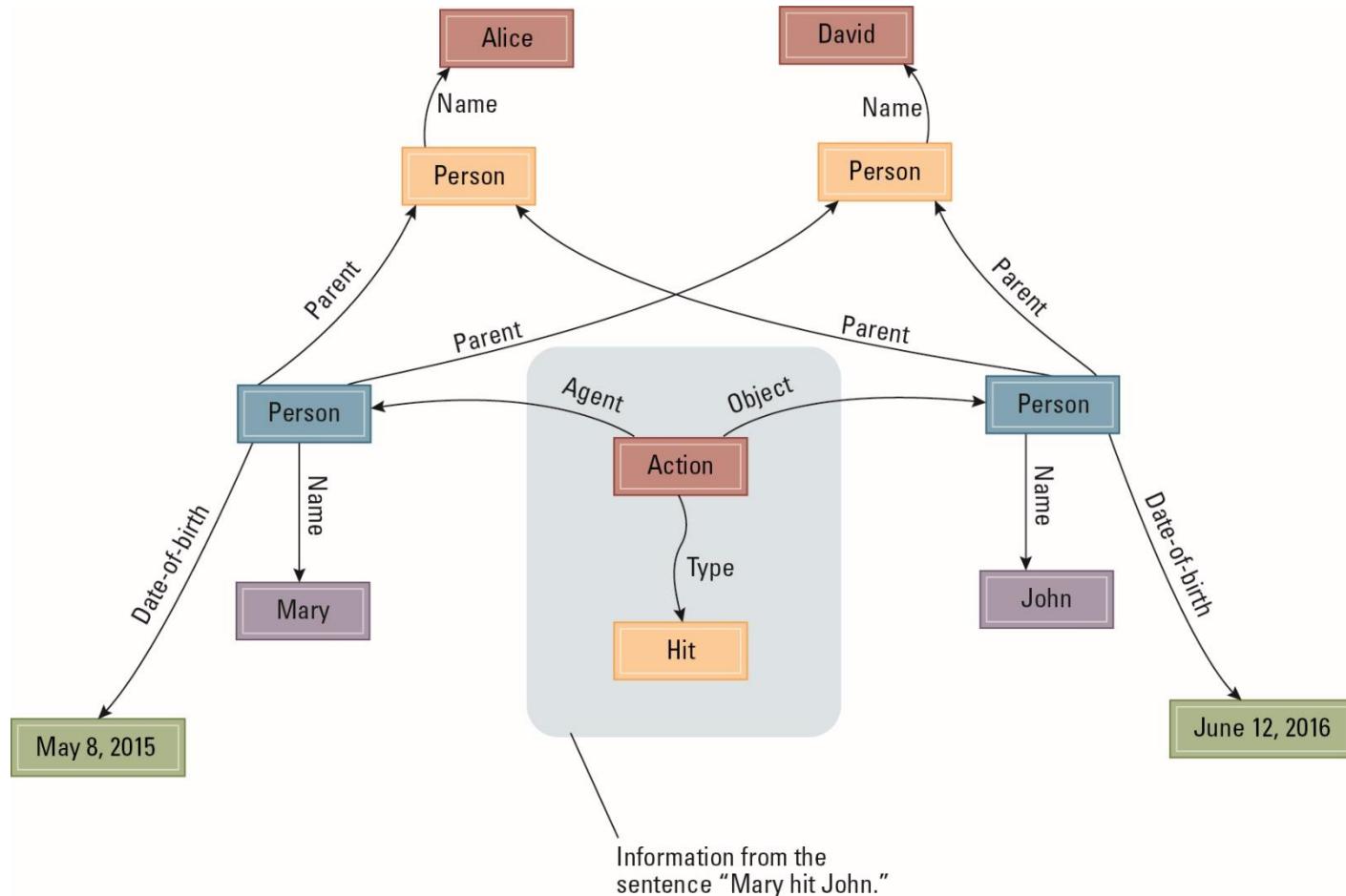
Each non-leaf node is  
based on a phrase-structure  
rule. Some head & subent  
features are indicated.



## HOW DOES SEMANTIC ANALYSIS WORK?



## Figure 11.3 A semantic net



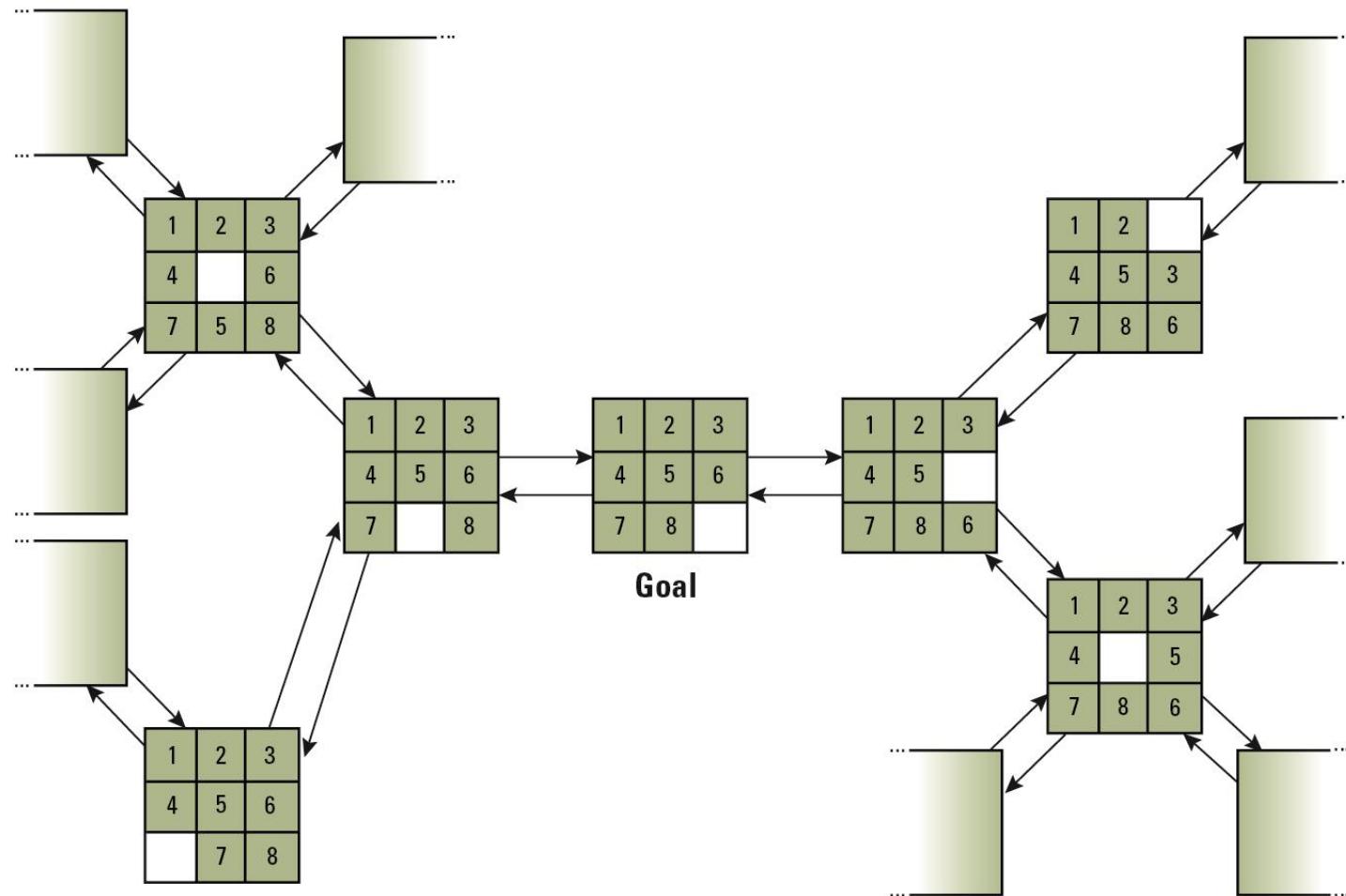
# Production Systems

1. Collection of states
  - Start (or initial) state
  - Goal state (or states)
2. Collection of productions: rules or moves
  - Each production may have preconditions
3. Control system: decides which production to apply next

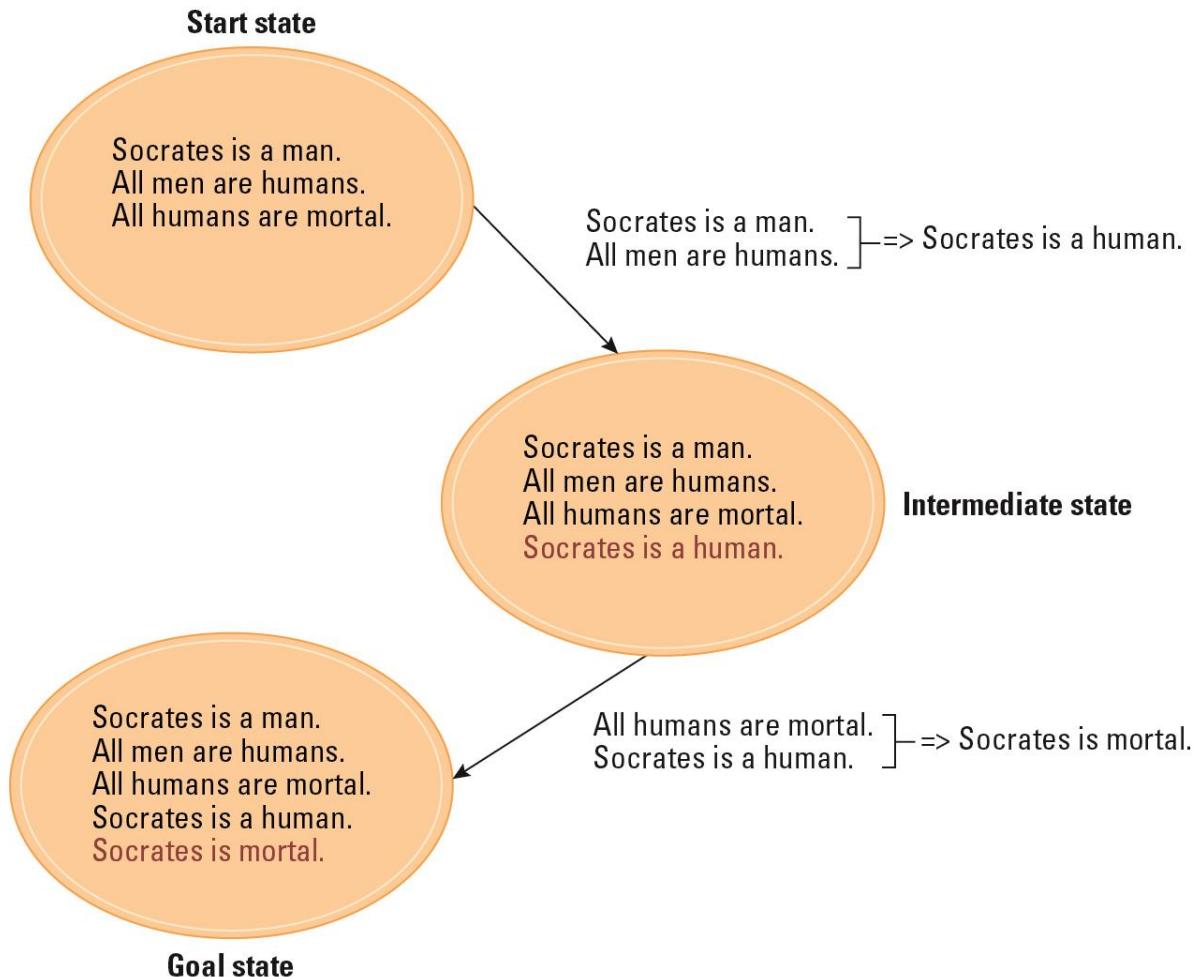
# Reasoning by Searching

- **State Graph:** All states and productions
- **Search Tree:** A record of state transitions explored while searching for a goal state
  - Breadth-first search
  - Depth-first search

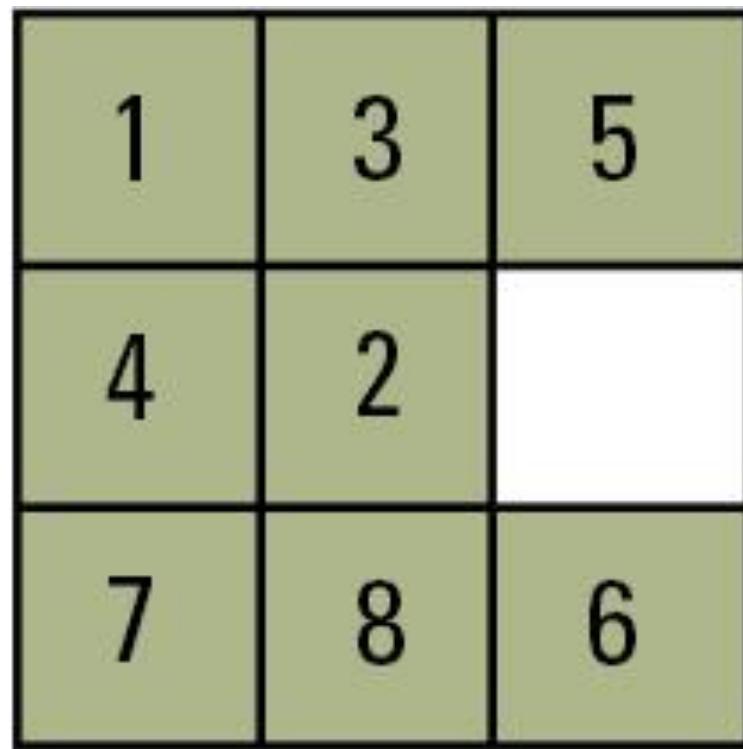
# Figure 11.4 A small portion of the eight-puzzle's state graph



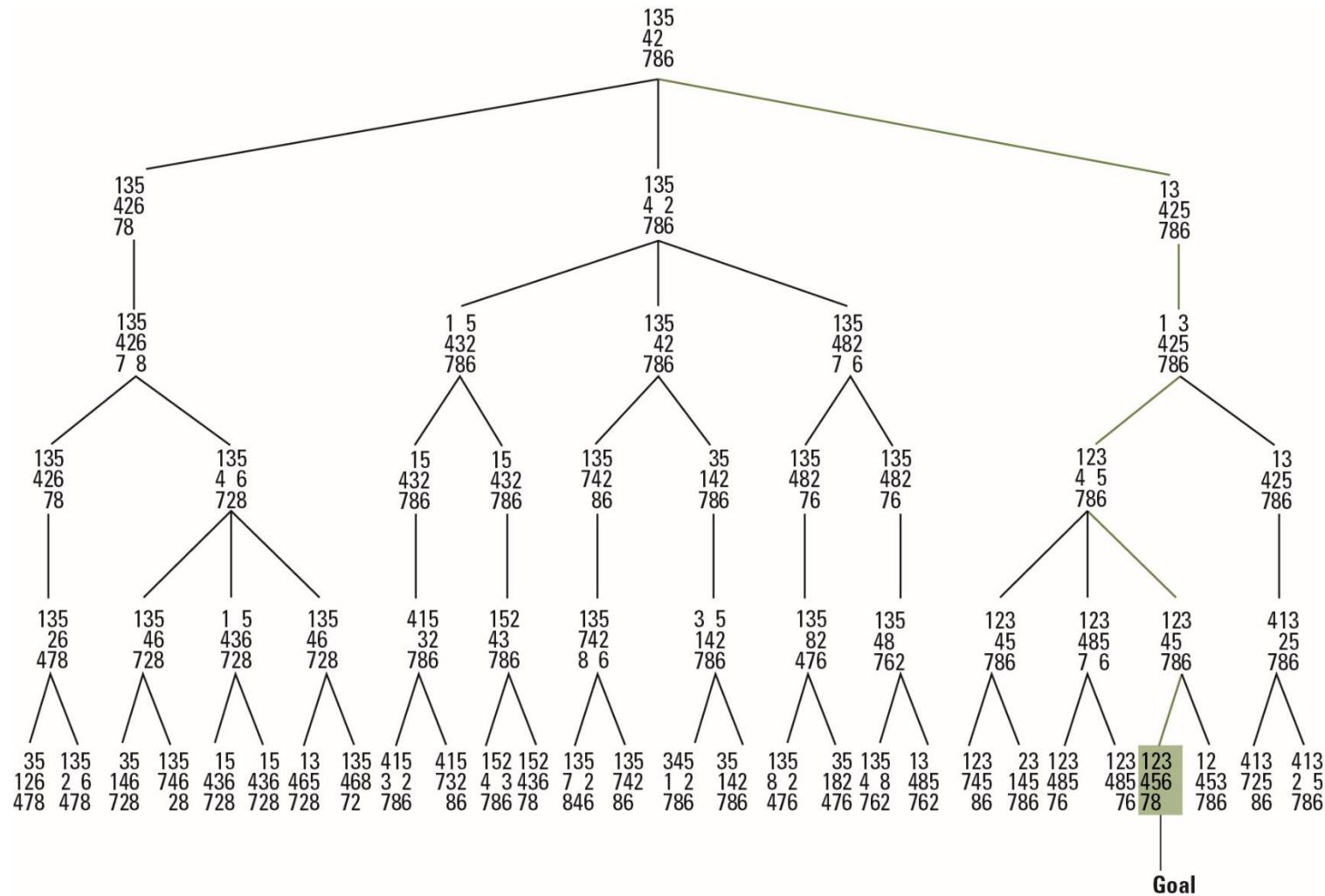
## Figure 11.5 Deductive reasoning in the context of a production system



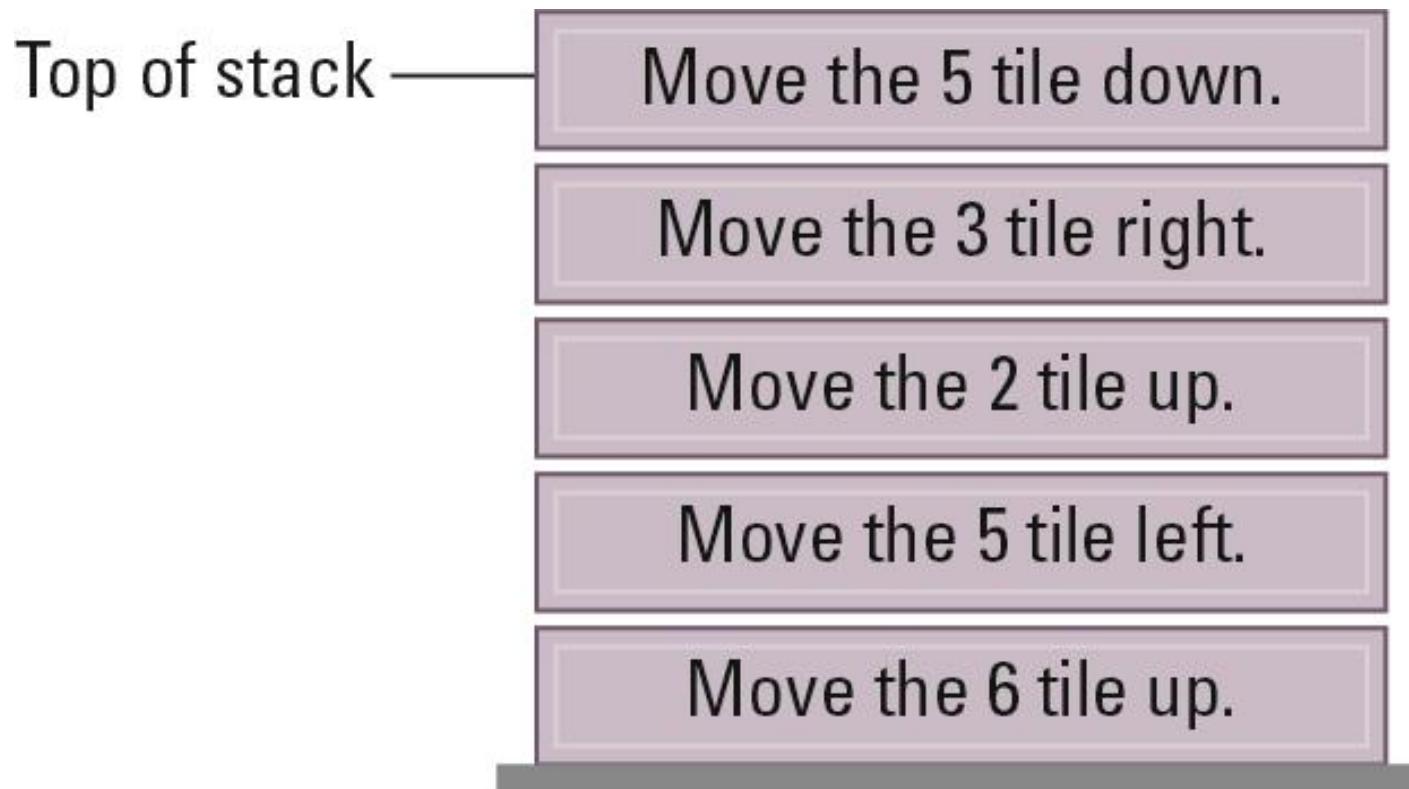
## Figure 11.6 An unsolved eight-puzzle



## Figure 11.7 A sample search tree



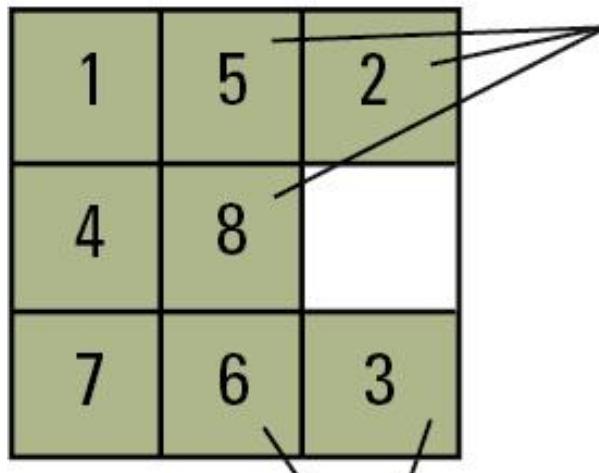
## Figure 11.8 Productions stacked for later execution



# Heuristic Strategies

- **Heuristic:** A method for making decisions that is an alternative to “brute force” methods
- Requirements for good heuristics
  - Must be easier to compute than a complete solution
  - Must provide a reasonable estimate of proximity to a goal

## Figure 11.9 An unsolved eight-puzzle



These tiles are at least one move from their original positions.

These tiles are at least two moves from their original positions.

## Figure 11.10 An algorithm for a control system using heuristics

Establish the start node of the state graph as the root of the search tree and record its heuristic value.

**while** (the goal node has not been reached):

Select the leftmost leaf node with the smallest heuristic value of all leaf nodes.

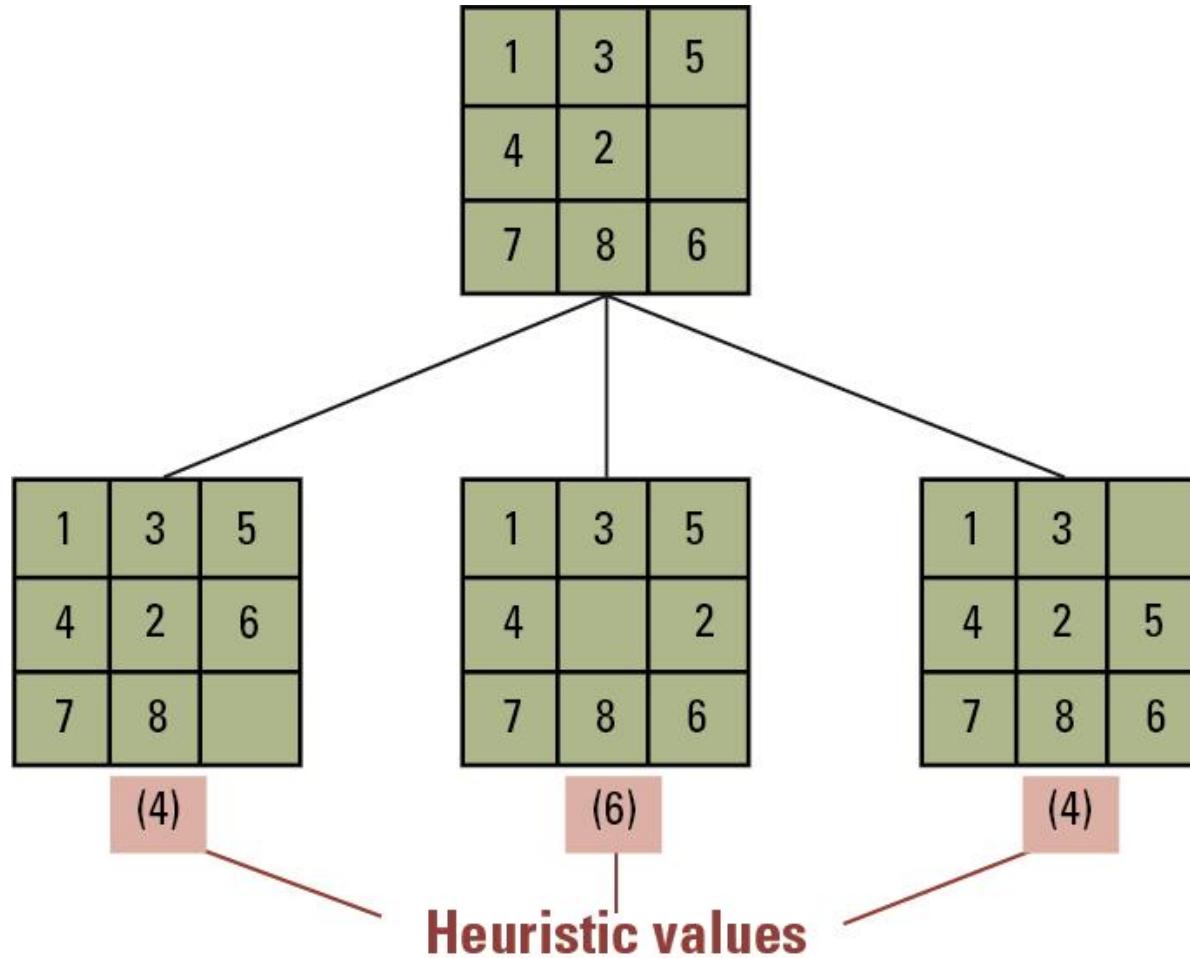
To this selected node attach as children those nodes that can be reached by a single production.

Record the heuristic of each of these new nodes next to the node in the search tree.

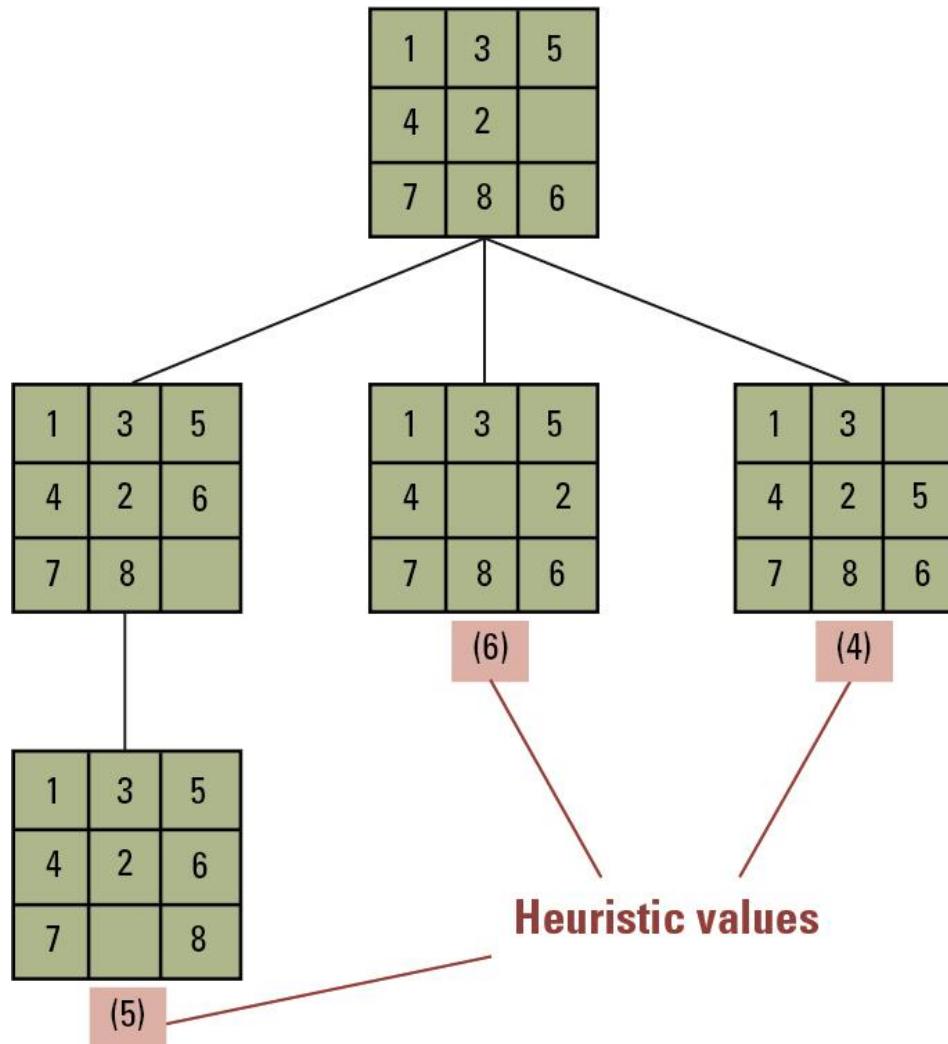
Traverse the search tree from the goal node up to the root, pushing the production associated with each arc traversed onto a stack.

Solve the original problem by executing the productions as they are popped off the stack.

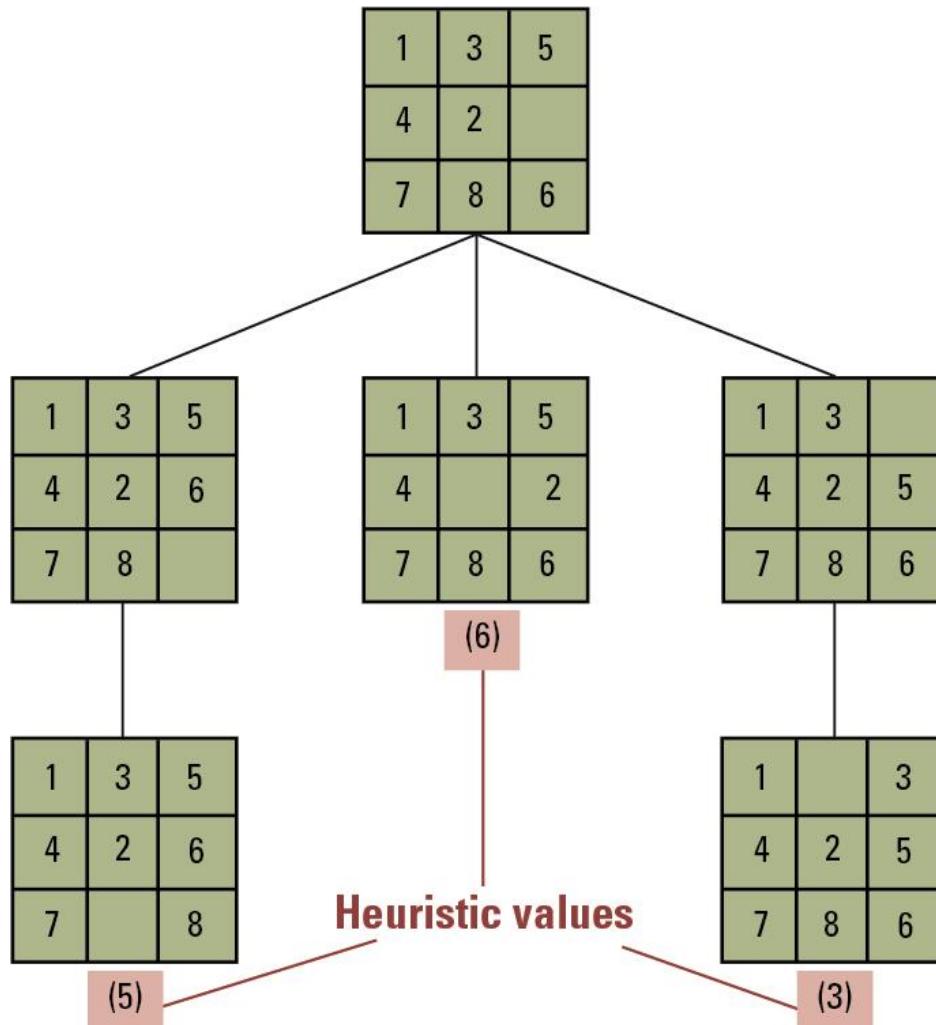
## Figure 11.11 The beginnings of our heuristic search



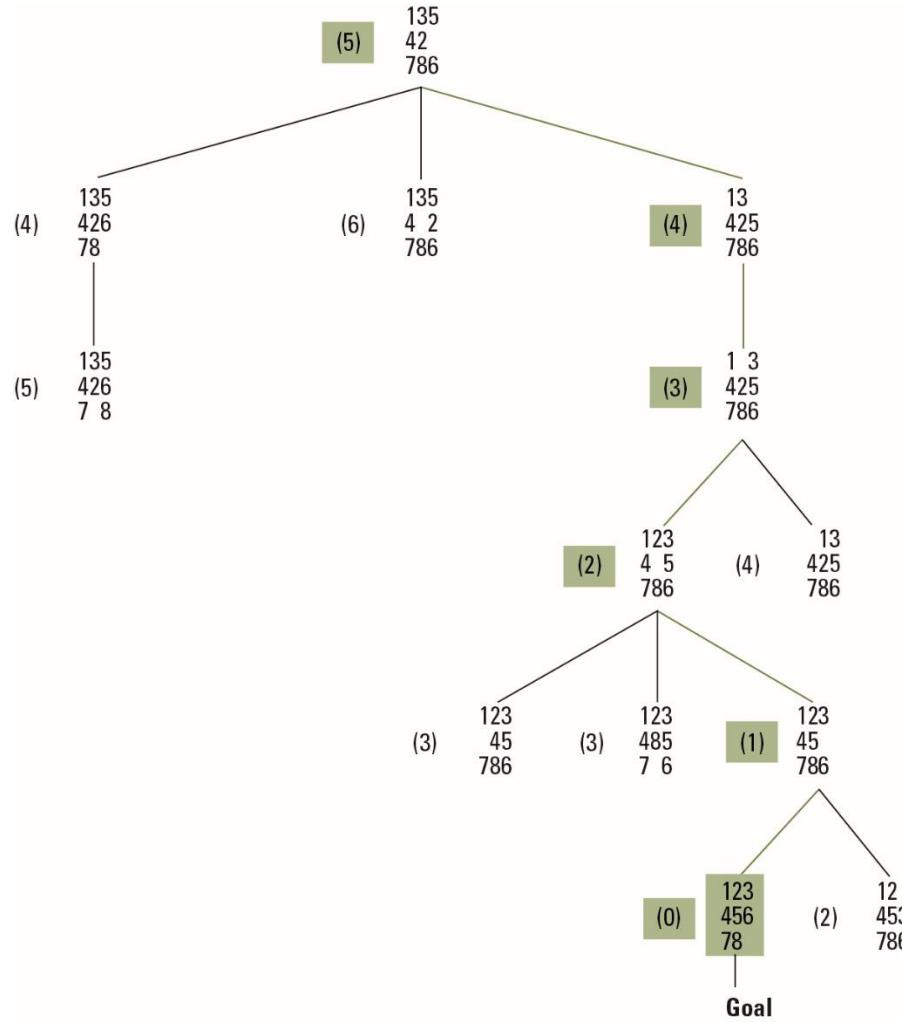
## Figure 11.12 The search tree after two passes



## Figure 11.13 The search tree after three passes



# Figure 11.14 The complete search tree formed by our heuristic system



## 11.4 Additional Areas of Research

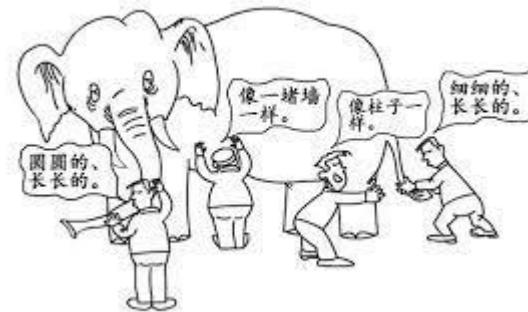
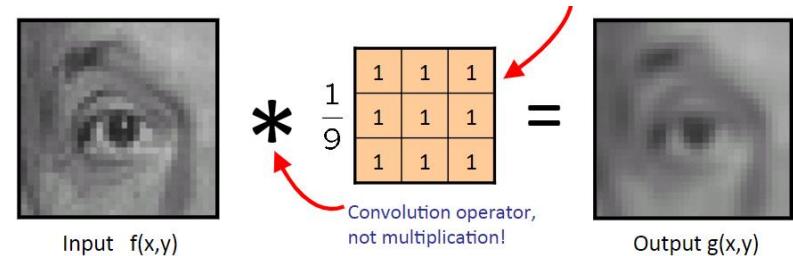
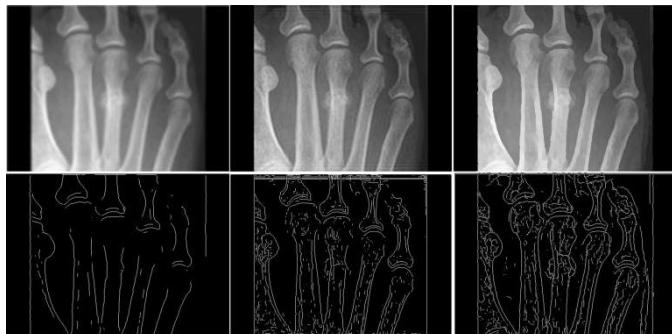
- Many tasks that appear easy for humans are challenging for machines
- Researchers search for solutions in these areas by applying shortcuts or limiting the scope of the problem

# Handling Real-World Knowledge

- Representation and storage
- Accessing relevant information
  - Meta-Reasoning
  - Closed-World Assumption
- Frame problem

# Understanding Images

- Template matching
- Image processing
  - edge enhancement
  - region finding
  - smoothing
- Image analysis



# Learning

- Imitation
- Supervised Training
  - Training Set
- Reinforcement

# 摩爾定律後的新聖杯 - AlphaGo

- ✓ AlphaGo（阿爾法圍棋，又暱稱阿爾法狗或阿法狗）是由英國倫敦Google DeepMind開發的人工智慧圍棋程式
- ✓ 2015年10月，它成為第一個無需讓子，即可在19路棋盤上擊敗圍棋職業棋士的電腦圍棋程式
- ✓ 2016年3月，在一場五番棋比賽中，AlphaGo於前三局以及最後一局均擊敗頂尖職業棋手李世乭，成為第一個不藉助讓子而擊敗圍棋職業九段棋士的電腦圍棋程式

# 獨孤求敗

- 2017-05-27，柯潔與 AlphaGo的對弈三戰皆敗。
- 研究團隊宣布 AlphaGo將退役，今後將與人類以其他形式互動，回饋人類。
- AlphaGo獲中國棋院九段證書



# 硬體配置

配置	搜尋執行緒數	CPU核心數	GPU數
單機	40	48	1
單機	40	48	2
單機	40	48	4
單機	40	48	8
分散式	12	428	64
分散式	24	764	112
分散式	40	1,202	176
分散式	64	1,920	280

# 演算法



- ✓ 蒙特卡洛樹搜尋（Monte Carlo tree search），藉助估值網路（value network）與走棋網路（policy network）這兩種深度神經網路，通過估值網路來評估大量選點，並通過走棋網路選擇落點
- ✓ 通過模仿人類玩家，嘗試符合職業棋手的過往棋局，其資料庫中約含3000萬步棋著
- ✓ 圍棋職業九段棋手金明完稱AlphaGo在與樊麾的對戰中，表現得「像人類一樣」。
- ✓ 棋局裁判托比·曼寧則認為AlphaGo的棋風「保守」。



# The Fact

- ✓ 有些人描述AlphaGo是「和人用一樣的方式思考，但是比人的速度快無數倍」。
- ✓ AlphaGo確實比人快無數倍，但是AlphaGo的思考只能說是「被人的大腦啟發」，而非和人類思考一樣。
- ✓ AlphaGo是一個能自我學習的深度學習，經過專家的調節，它可以在任何能夠純憑邏輯分析推算的問題上，把人類遠遠拋在背後。機器速度會越來越快，學習能力會越來越強，數據會越來越多。

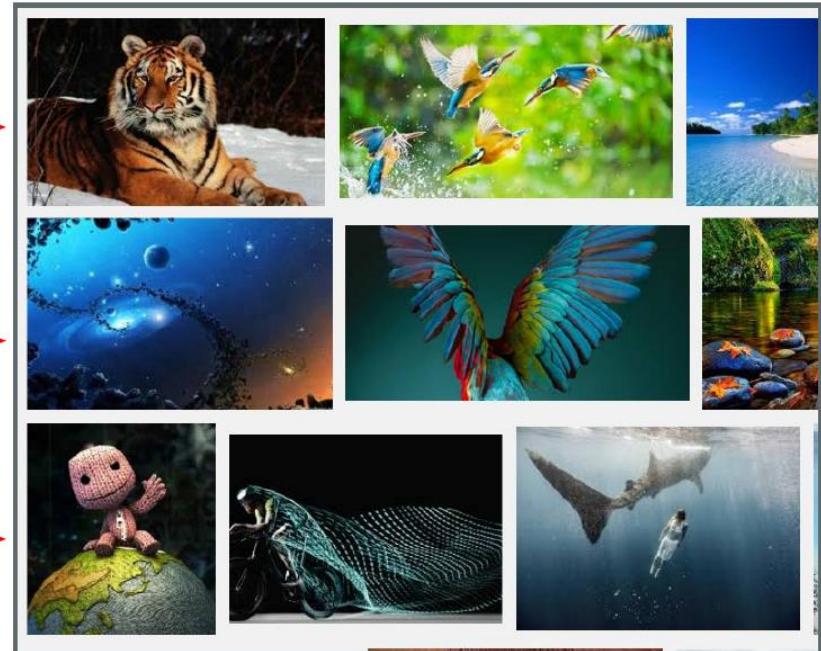
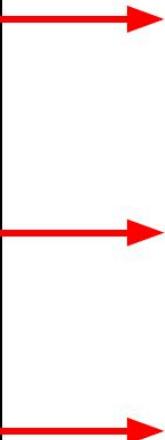
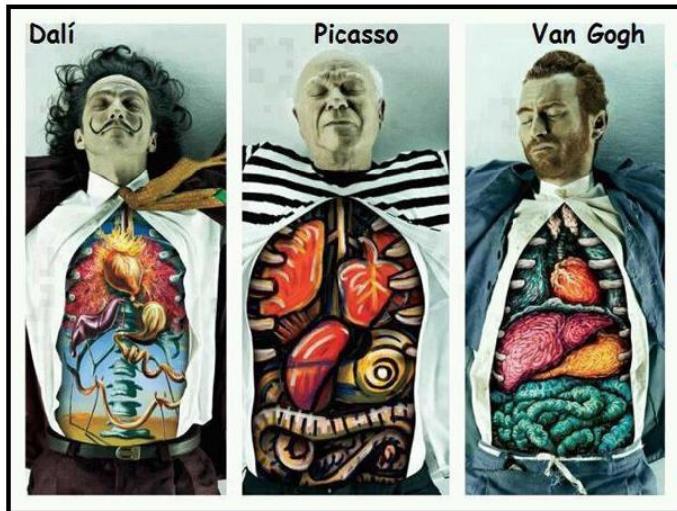
# 深度學習的關鍵

- ✓ 大數據
- ✓ 大計算
- ✓ 專家調節

# But .....

- ✓ 機器完全無法理解人的情感、喜怒哀樂、七情六慾、信任尊重、價值觀等方面。
- ✓ 對於人文藝術、美和愛、幽默感，機器更是絲毫不懂。
- ✓ 有位AI研究員做了一套研究幽默感的系統，然後輸入了一篇文章，這個系統看了每句話，都說「哈哈」！今天的機器連個兩歲小孩都不如。
- ✓ 對人工智慧的研究者，這應該是一大未來的挑戰。

# Can we apply any style to any content?



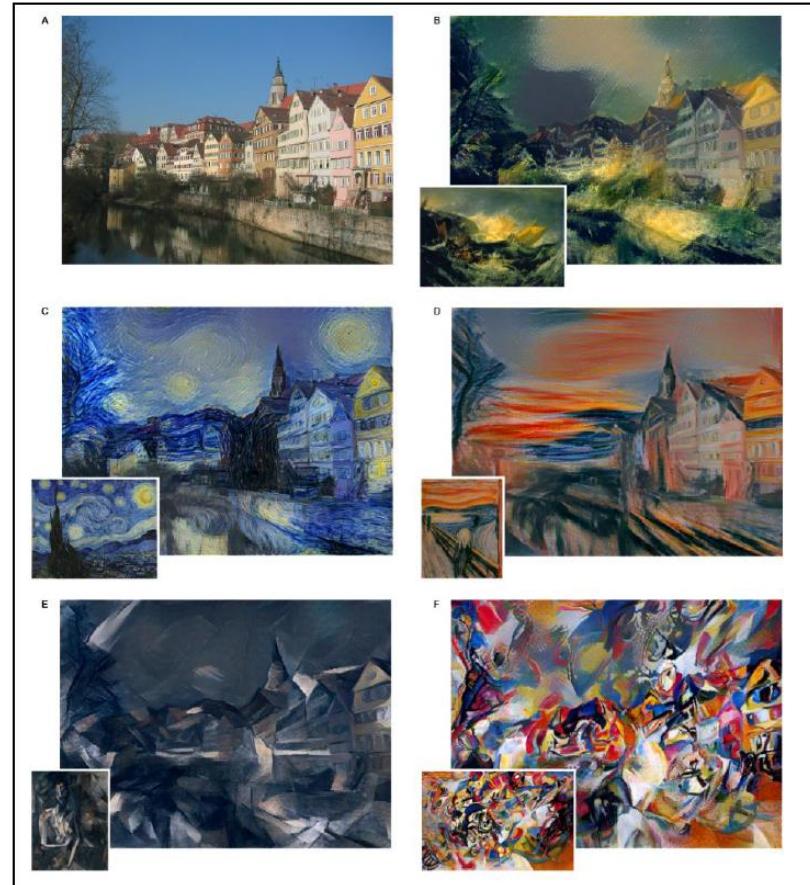
# Can we apply AI in the Art domain or others?

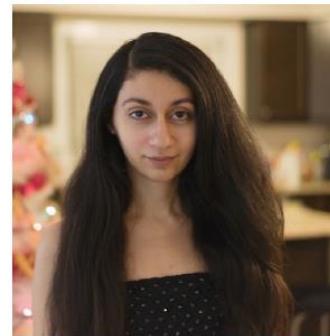
畫家寇恩（Harold Cohen）  
打造的人工智慧AARON正在畫畫



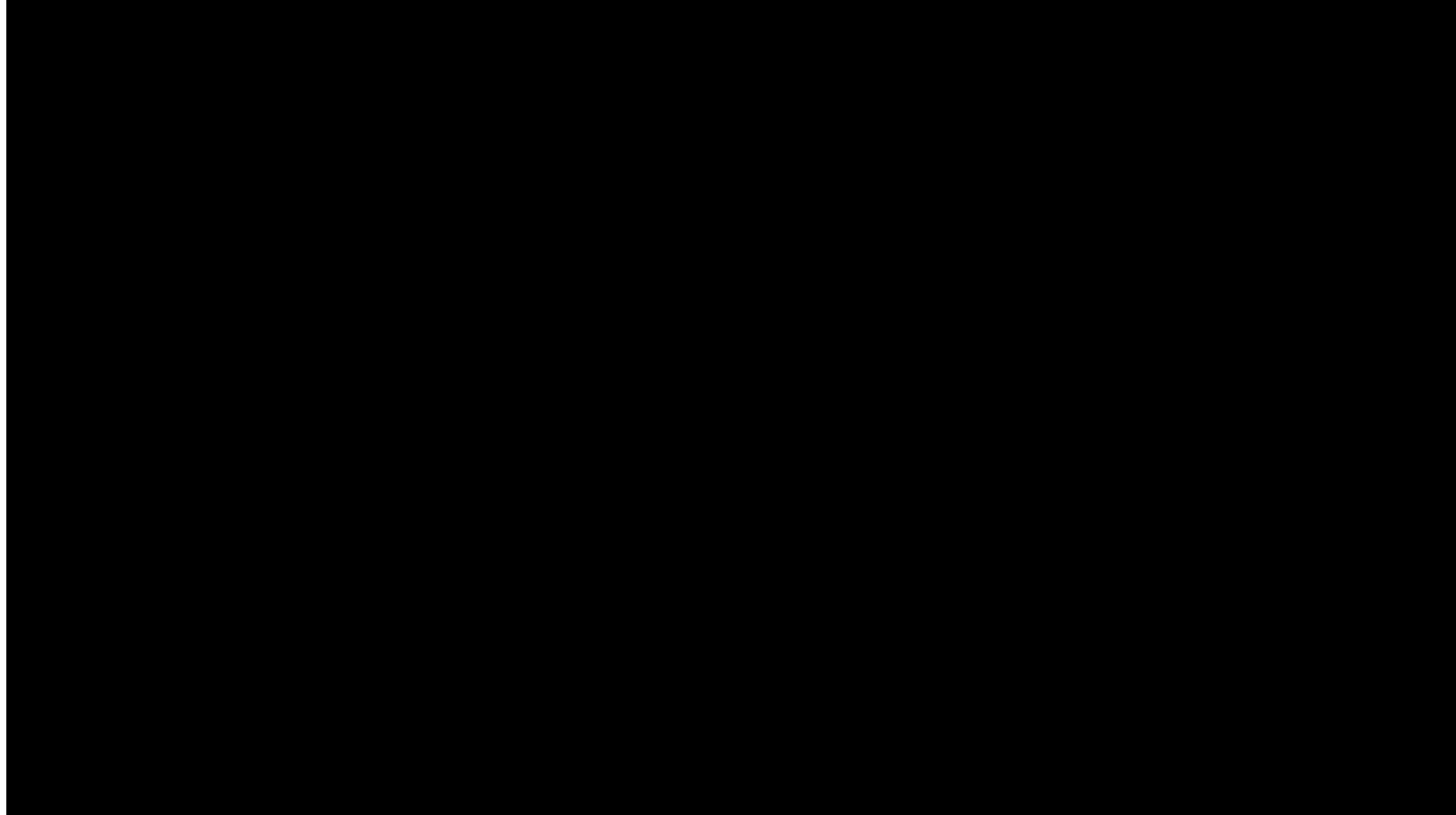
# 向美學大師學畫圖或畫風？

- Learn best pairing between **content** and **style**
- Gatys, Leon A., Alexander S. Ecker, and Matthias Bethge. "A neural algorithm of artistic style." *arXiv preprint arXiv:1508.06576* (2015).





# NVIDIA Self-Driving Car





# BIG CONCEPT

Introduction of Deep Learning

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Early artificial intelligence stirs excitement.

## 人工智能 目標



人類設定好的  
天生本能

## MACHINE LEARNING

Machine learning begins to flourish.



## 機器學習 手段

## DEEP LEARNING

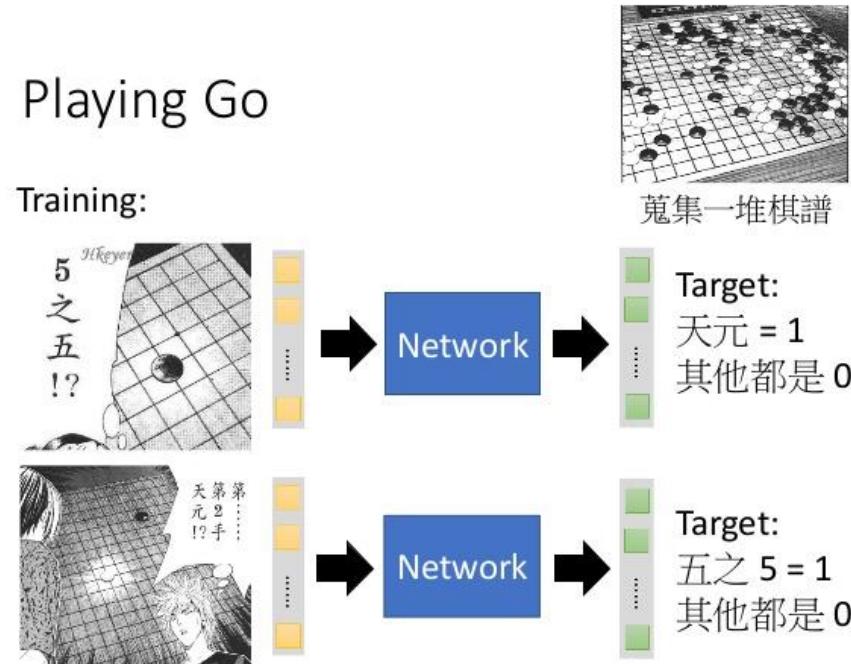
Deep learning breakthroughs drive AI boom.



Since an early flush of optimism in the 1950s, smaller subsets of artificial intelligence – first machine learning, then deep learning, a subset of machine learning – have created ever larger disruptions.

<https://blogs.nvidia.com.tw/2016/07/whats-difference-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning-ai/>

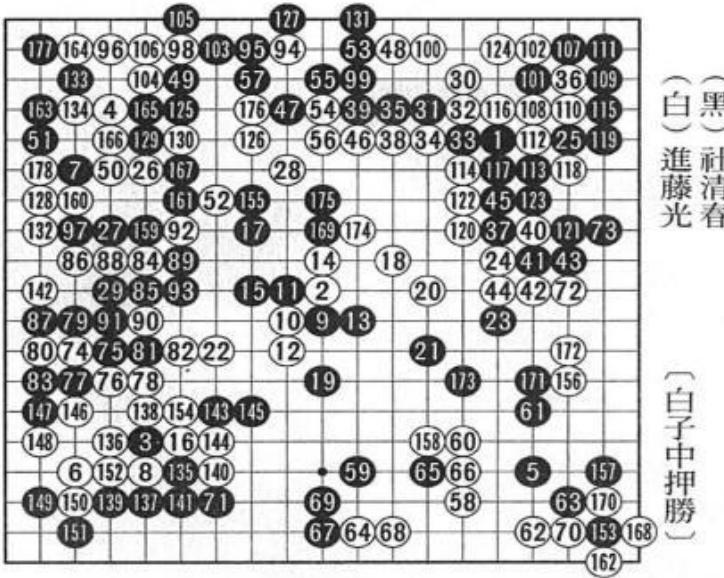
# AlphaGo & 《棋靈王》第165回 棋譜



如果讓 AlphaGo 學習《棋靈王》的棋譜，當對方下了第一手 5 之五，AlphaGo 就會知道下在天元是最佳解！

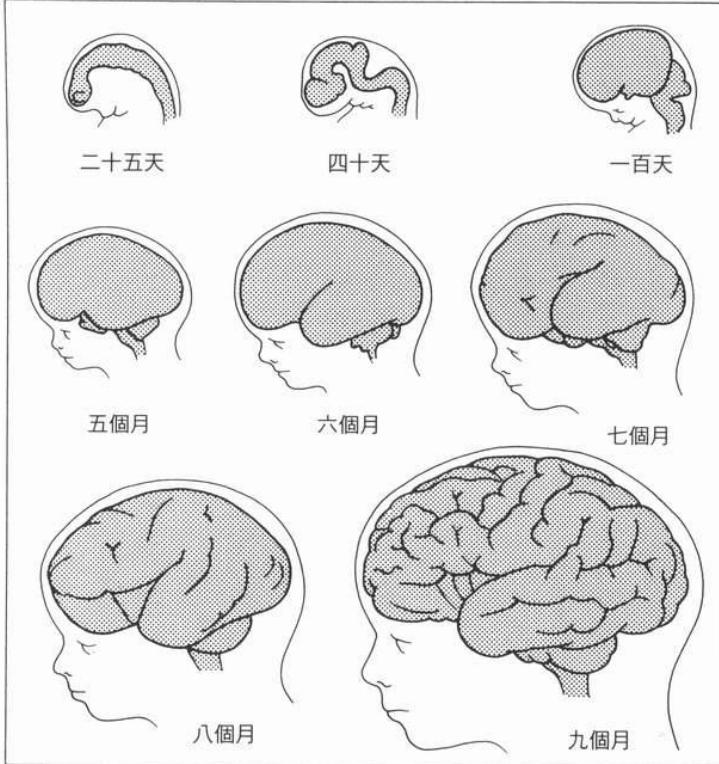
# 第30届日本新銳淘汰赛決賽 高尾紳路（黒） vs 山下敬吾 (白)

## ● 棋譜 ●



# 類神經網路

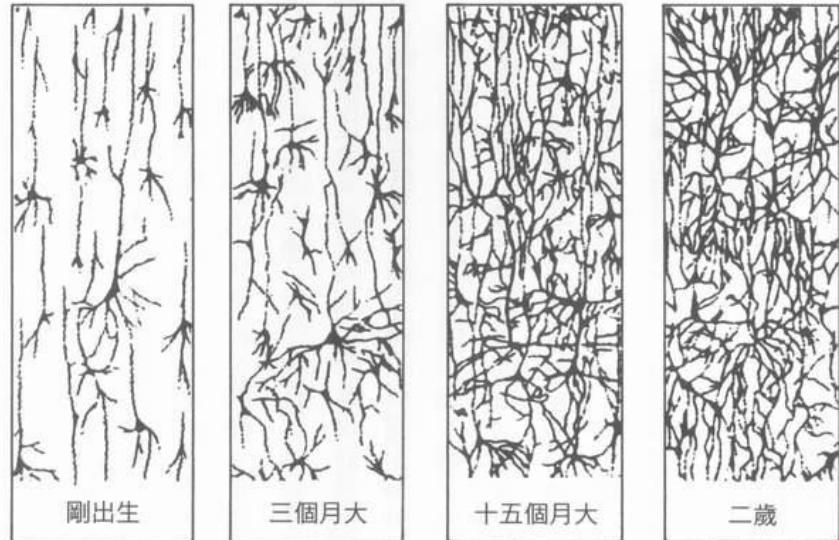
- 一種計算系統，包括軟體與硬體，它使用大量簡單的相連人工類神經元來模仿生物神經網路的能力。
- 人工神經元是生物神經元的簡單模擬，它從外界環境或者其它人工類神經元取得資訊，並加以運算，再輸出其結果到外界環境或者其它人工神經元。
- 以電腦（軟體或硬體）來模擬生物大腦神經的人工智慧系統，並將此應用於辨識、決策、控制、預測……等等。



圖八

發育中的人腦。

(圖片來源：M. Cowan, *Scientific American* (September 1979))



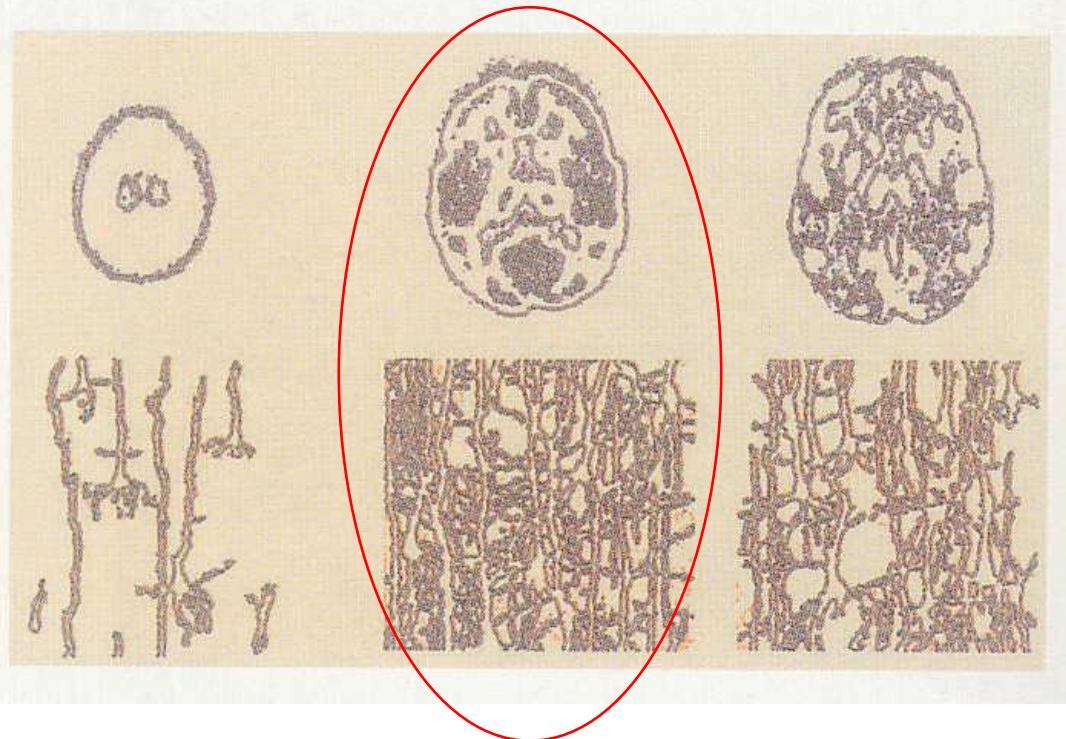
圖九

人類大腦皮質發育過程中的一個特色，就是神經元之間的連繫數目會增加。我們可以從新生兒的大腦皮質中，清晰分辨出個別的細胞，但是兩年後，神經元就會因為密集的連繫網絡而變得難以辨識。

[圖片來源：J. L. Cone, *The Post-Natal Development of the Human Cerebral Cortex Vol.1* (Cambridge: Harvard University Press, 1939)]

## Ref: The Human Brain: A Guided Tour 大腦小宇宙

神經連接在出生時很稀疏（左圖），嬰兒期長得非常快，到六歲大（中圖）已經達到最大密度。此後神經密度開始減弱，因為不需要的連接開始死亡（右圖）。成人只要繼續使用大腦、學習新的東西，神經連接數量就會增加。假如腦部沒有持續使用，連接會更少。



# Genetic Algorithms

- Begins by generating a random pool of trial solutions:
  - Each solution is a **chromosome**
  - Each component of a chromosome is a **gene**
- Repeatedly generate new pools
  - Each new chromosome is an offspring of two parents from the previous pool
  - Probabilistic preference used to select parents
  - Each offspring is a combination of the parent's genes

## 11.5 Artificial Neural Networks

- Artificial Neuron
  - Each input is multiplied by a weighting factor.
  - Output is 1 if sum of weighted inputs exceeds the threshold value; 0 otherwise.
- Network is programmed by adjusting weights using feedback from examples.

# 類神經網路的基本概念

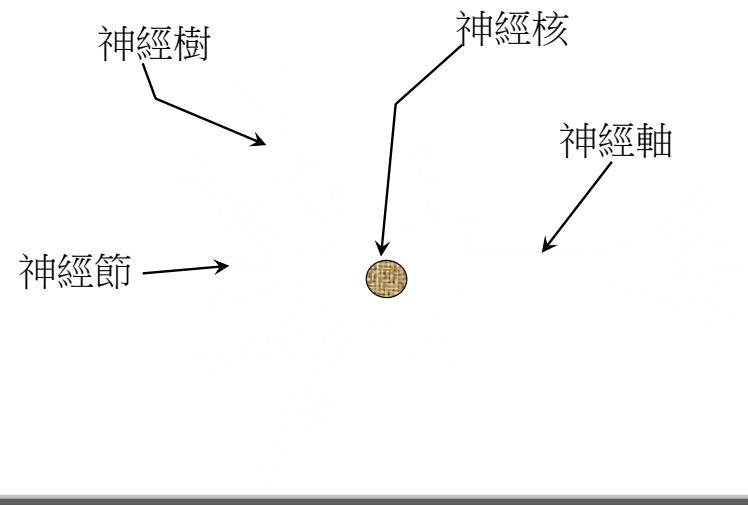


圖 1 生物神經網路結構

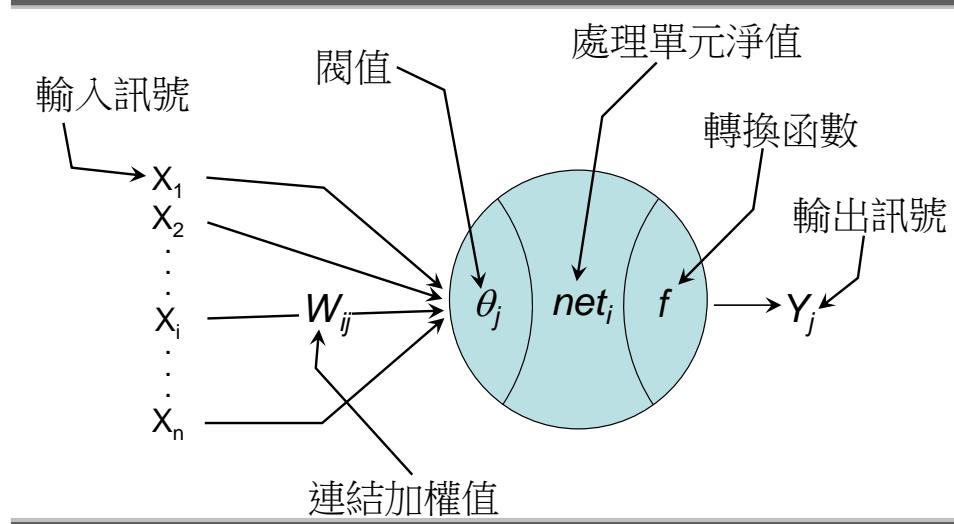
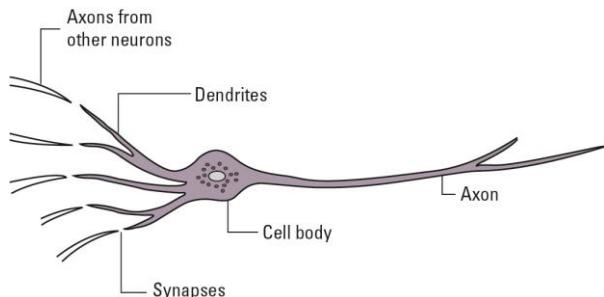
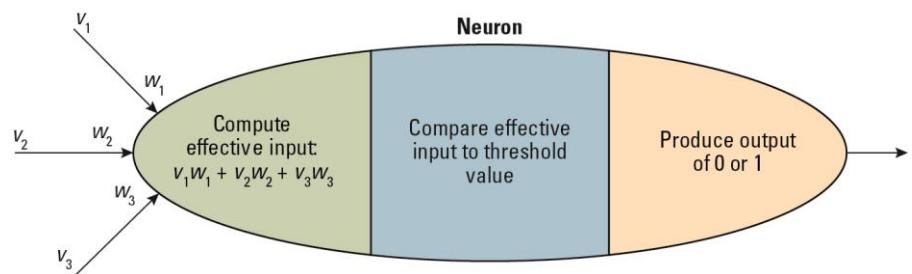
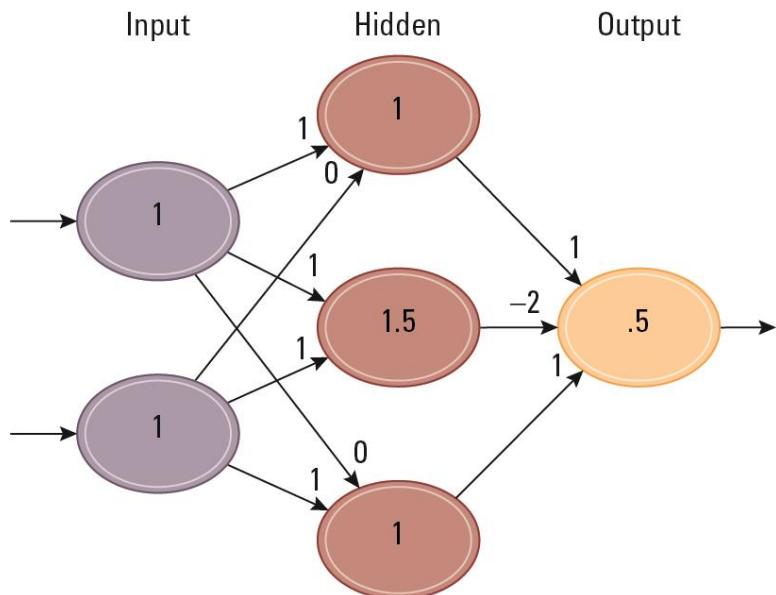


圖 2 人工神經元結構

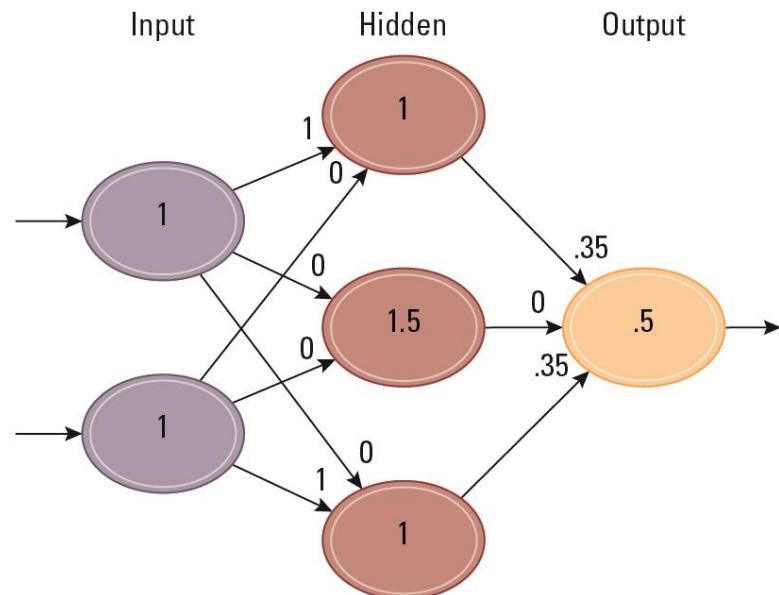


## Figure 11.18 A neural network with two different programs

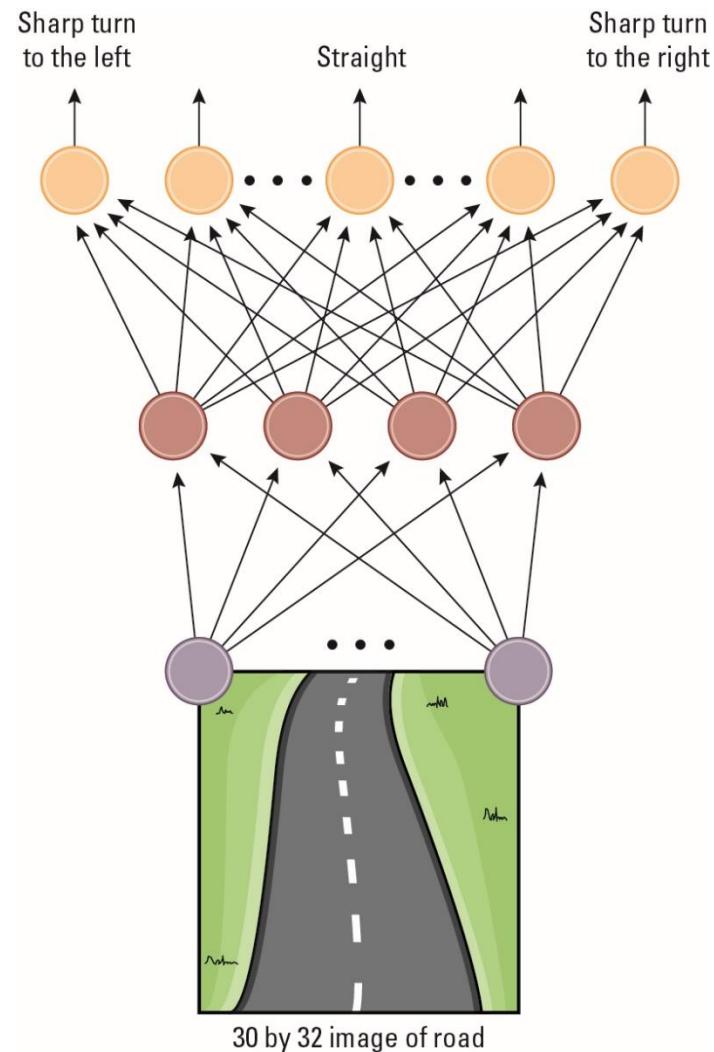
a.



b.

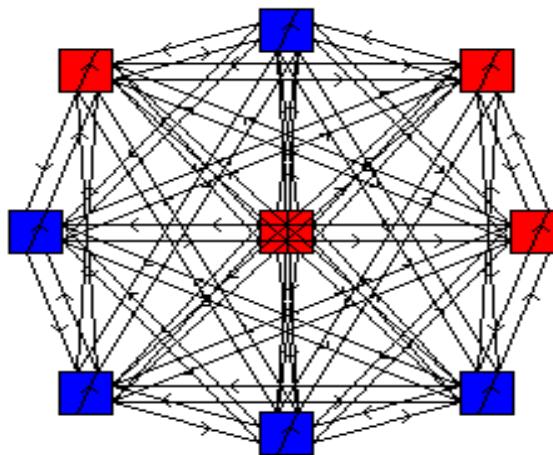
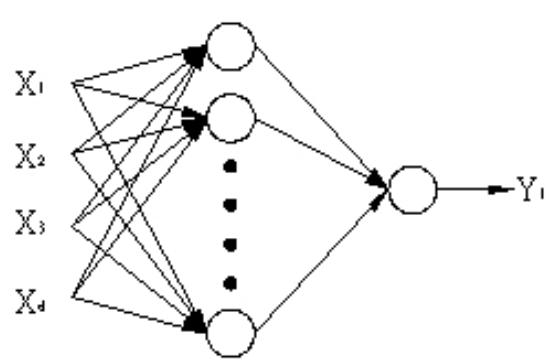


## Figure 11.19 The structure of ALVINN



# 神經元 → 神經網路

輸入層      隱藏層      輸出層

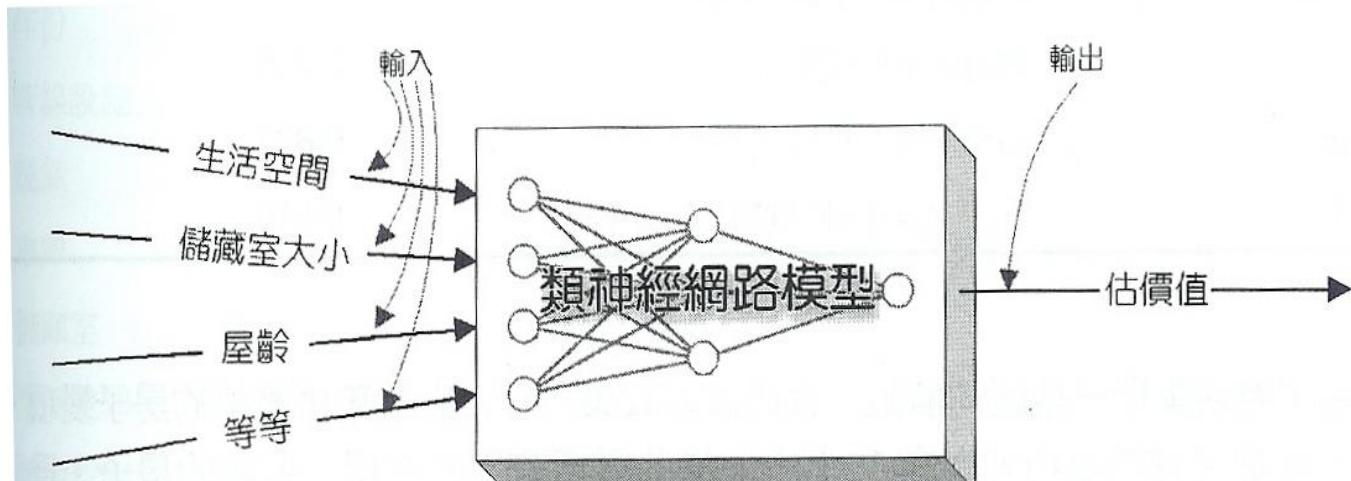


利用樣本去對網路做訓練(Train), 逐漸改變W, 使Y接近目的值(convergence)

# 範例：不動產評估

- 房價鑑定者或是不動產經理人，都是在界定明確的領域中。由一些特定特徵所描述的房子，經由專家們的考驗而產生其評估值。
- 在西元1992年，IBM的研究人員發現這是一個適合給類神經網路處理問題。
- 類神經網路接受特定的輸入，在這個例子中是房子的一些資訊，並且產生出特定的結果 - 房子評估結果。

# 範例：不動產評估（續）



類神經網路模型從輸入變數中計算出估價（輸出變數）  
我們不須了解複雜的計算過程，只要使用所得出的估價

# 範例：不動產評估（續）

變數	值
銷售價格	\$171,000
已銷售月份	4
坪數	1
年份	1923
管線設施	9
暖氣	A
車庫	0
儲藏室	120
生活空間	1,614
開放空間	0
阳台	210
康樂室	0
地下室	175

# 範例：不動產評估（續）

- 由於類神經網路輸入與輸出的值0與1之間的時候表現的最好
- 因此我們要將所有的值，不管是連續的還是限定在特定的範圍，轉換到0與1之間的新數值。
- 為了要轉換連續的數值，我們減去這些值範圍中的最小值，並且將減掉後的結果除以這個數值的全距。

# 範例：不動產評估（續）

## ✓ 連續值

要得到建造年份（1923）的調整值，我們將1923減掉1850（最古老的房  
子所建造的年份）而得到73。再除以年份的範圍大小（ $1986 - 1850 + 1 = 137$ ）而得到標準化的值為0.5328。

## ✓ 離散值

對暖氣規格，我們可以任意指定B所調整後的值為1，而A調整後的值為  
0。如果我們有三個我們可以將他們指定為0，0.5，1的值。

# 範例：不動產評估（續）

變數	值域	原始值	標準化值
銷售價格	\$103,000-\$250,000	\$171,000	0.4626
已銷售月份	0-23	4	0.1739
坪數	1-3	1	0.0000
年份	1850-1986	1923	0.5328
管線設施	5-17	9	0.3333
暖氣	coded as A or B	B	1.0000
車庫	0-2	0	0.0000
儲藏室	0-228	120	0.5263
生活空間	714-4185	1,614	0.2593
開放空間	0-738	0	0.0000
陽台	0-452	210	0.4646
康樂室	0-672	0	0.0000
地下室	0-810	175	0.2160

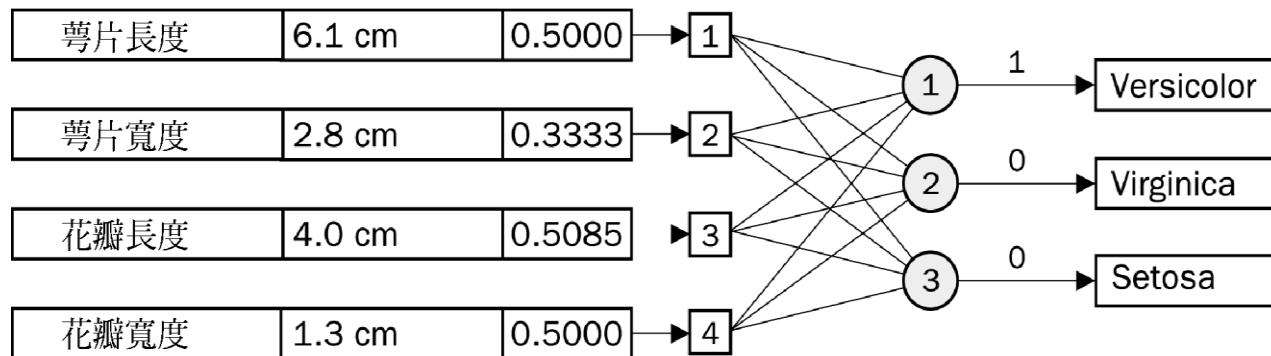
# 範例：不動產評估（續）

- ✓ 由於輸出的數字是介於0與1之間的，我們必須將它還原實際的銷售價。
- ✓ 如果得到的是0.75，把它乘上數值範圍的大小（\$ 147,000）並加上這個範圍的底數（\$ 103,000）而得到一個為\$ 213,250的估計值。

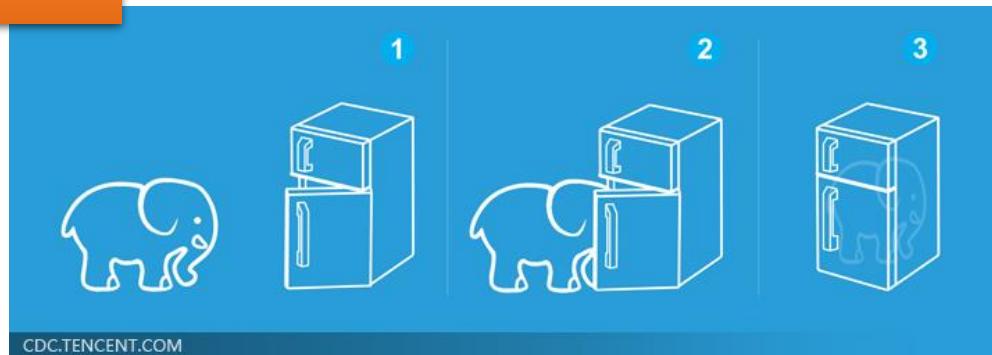
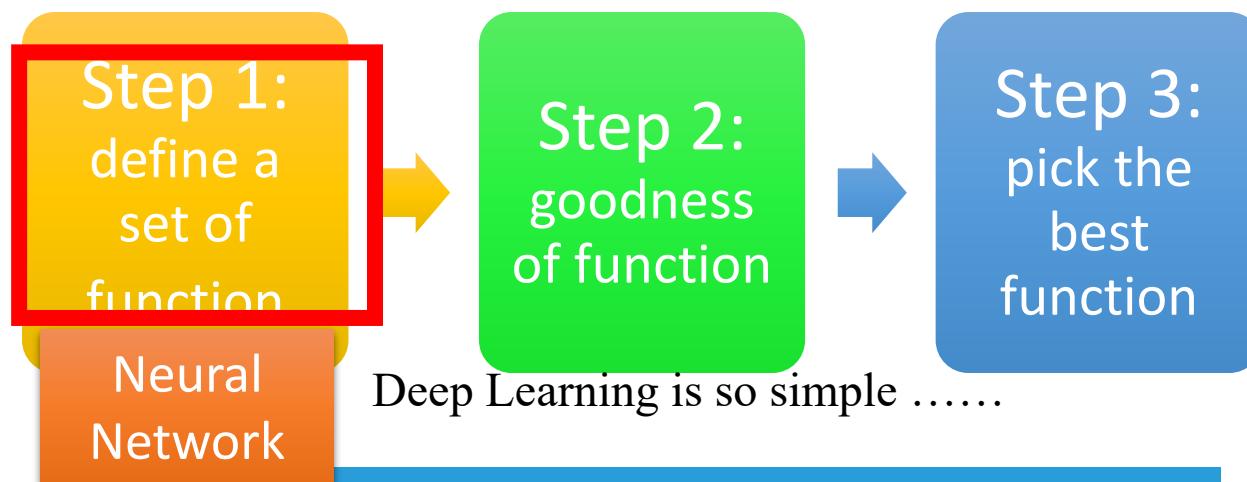
# 鳶尾花範例

- 我們使用包含3類鳶尾屬植物的有150個元素的資料集，這3類為：*Iris setosa*、*Versicolor*和*Virginica*。資料集中的每一類植物用四個變數描述：萼片長度、萼片寬度、花瓣長度和花瓣寬度。
- 萼片長度的範圍是4.3cm至7.9cm，萼片寬度的範圍是2.0cm至4.4cm，花瓣長度的範圍是1.0cm至6.9cm，花瓣寬度的範圍是0.1cm至2.5cm。

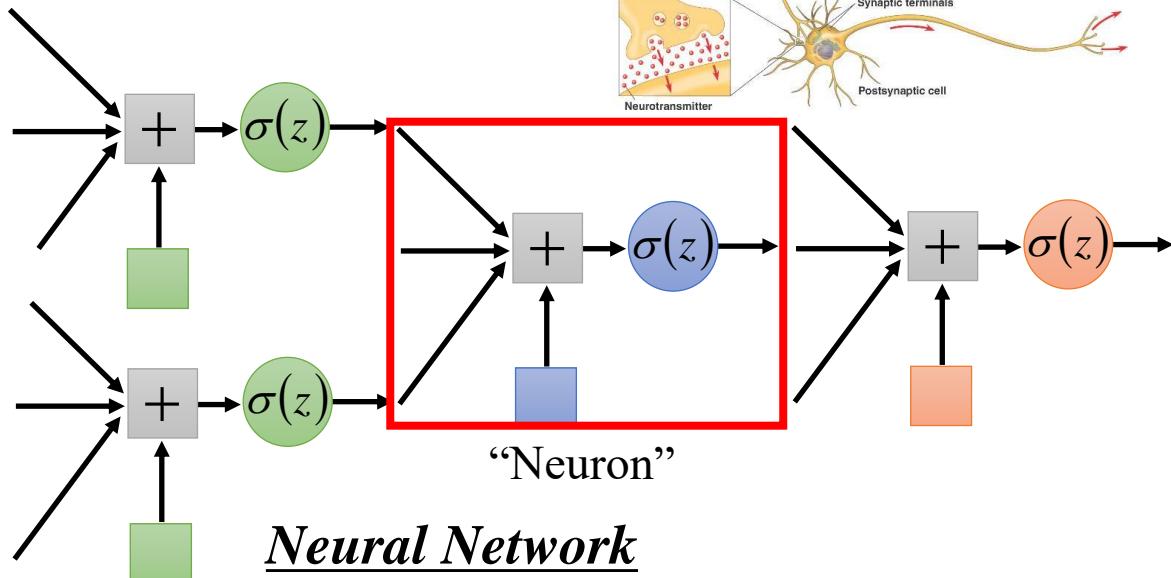
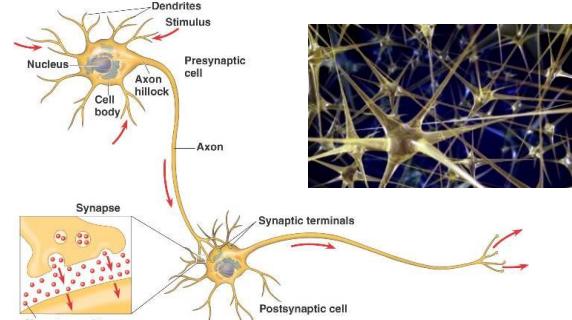
- 鳶尾屬植物分類的神經網路



# Three Steps for Deep Learning



# Neural Network

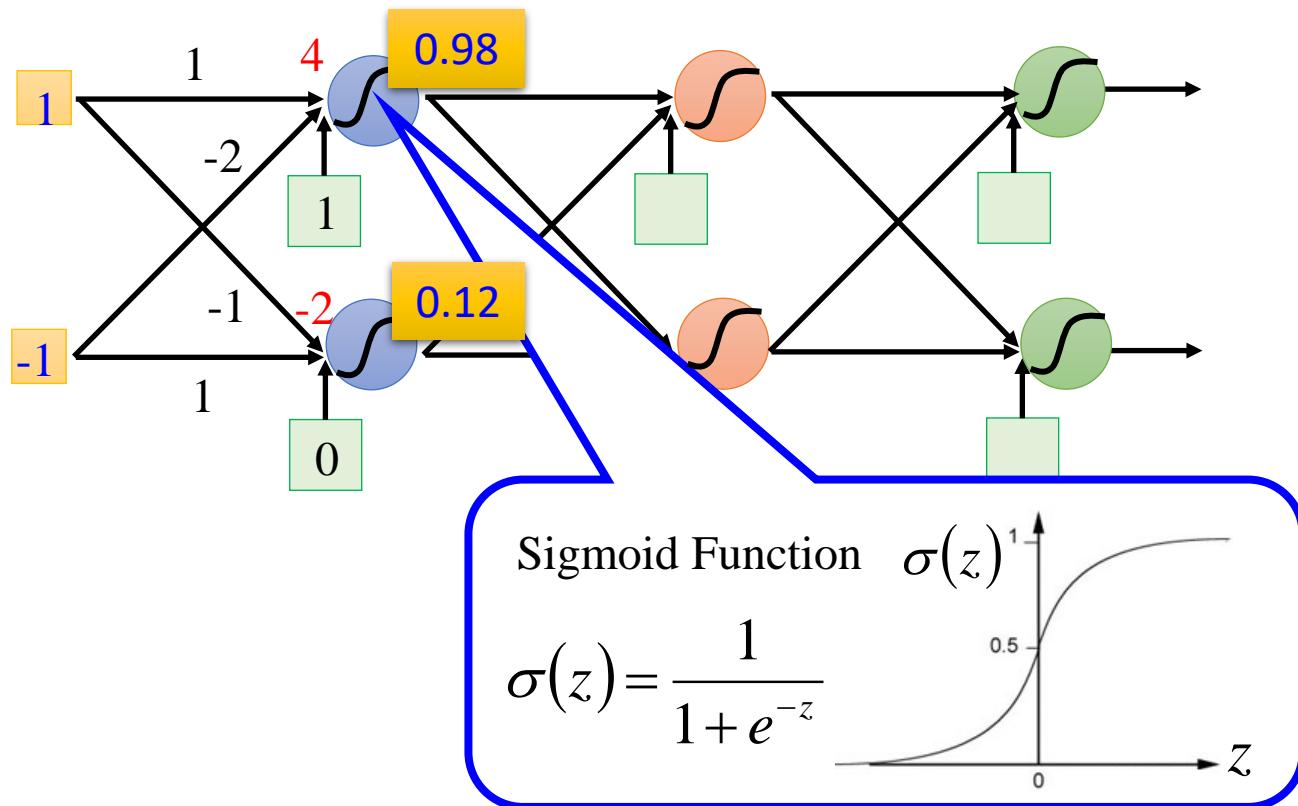


## Neural Network

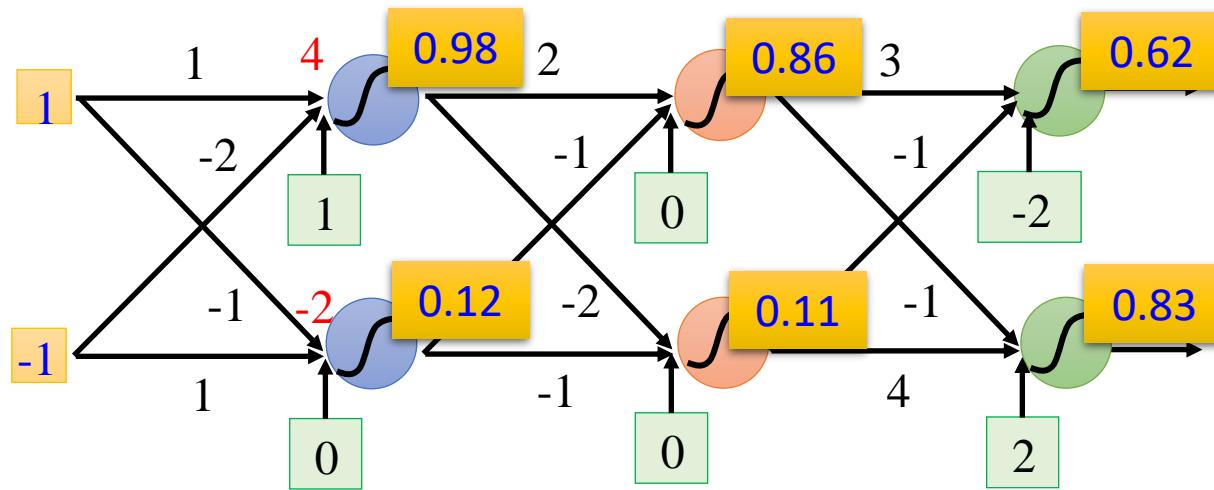
Different connection leads to different network structures

Network parameter  $\theta$ : all the weights and biases in the “neurons”

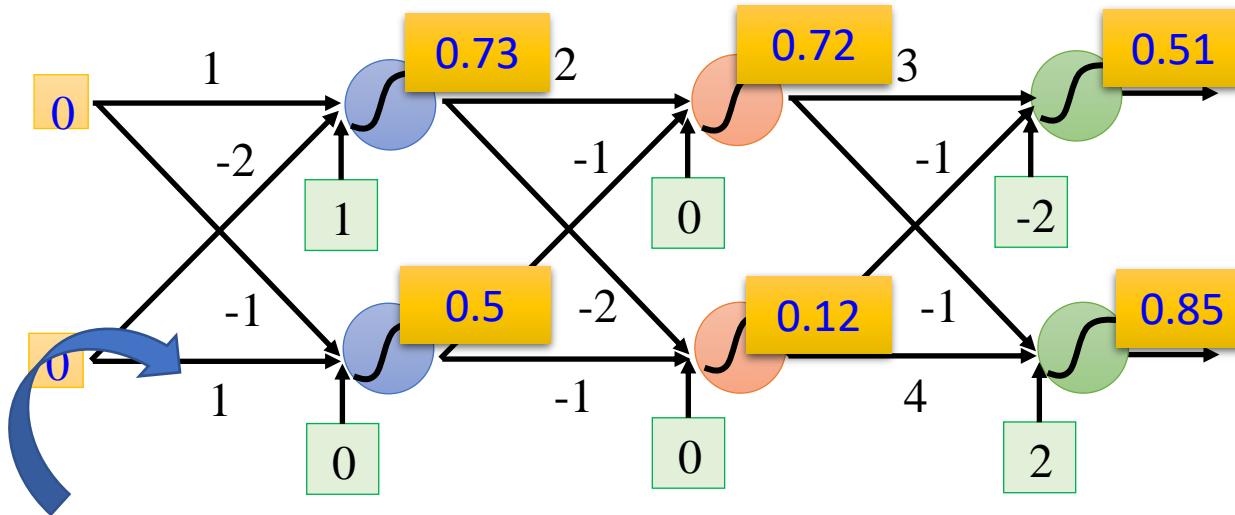
# Fully Connect Feedforward Network



# Fully Connect Feedforward Network



# Fully Connect Feedforward Network

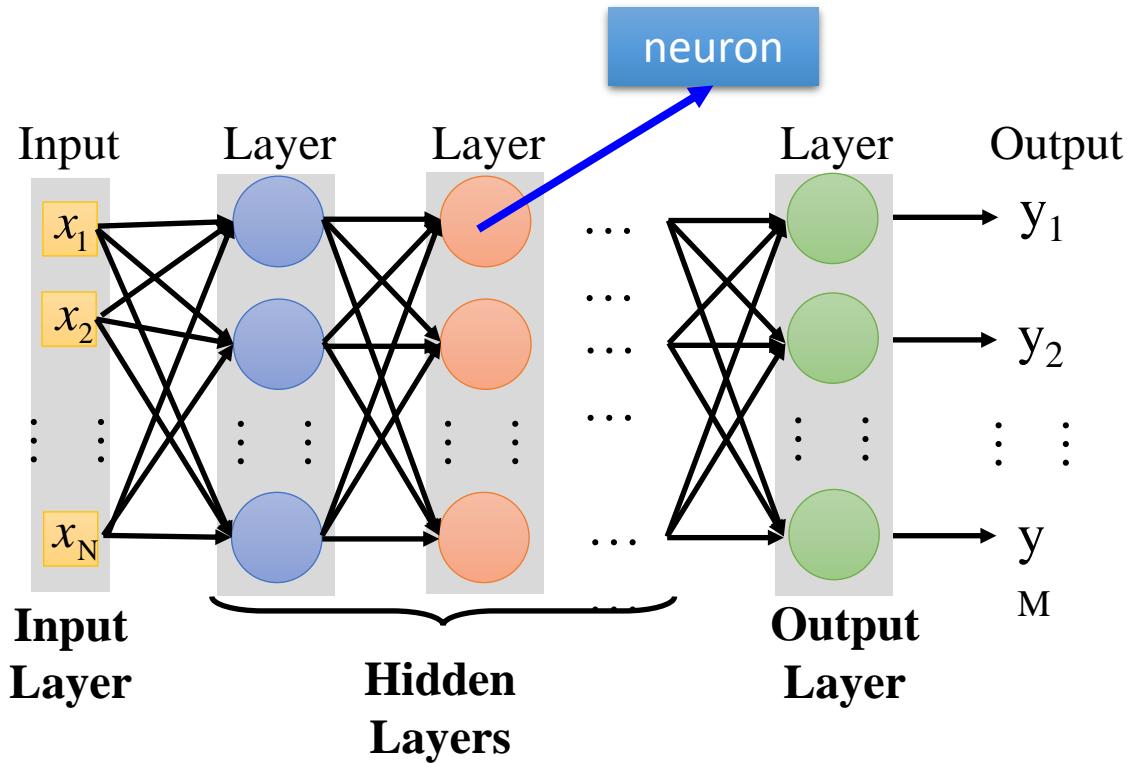


This is a function.  
Input vector, output vector

$$f \left( \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 0.62 \\ 0.83 \end{bmatrix} \quad f \left( \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 0.51 \\ 0.85 \end{bmatrix}$$

Given network structure, define a function set

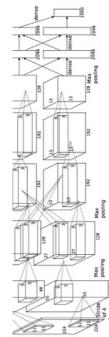
# Fully Connect Feedforward Network



# Deep = Many hidden layers

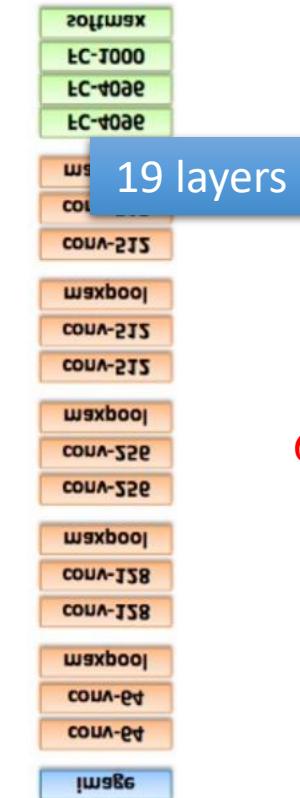
[http://cs231n.stanford.edu/slides/winter1516\\_lecture8.pdf](http://cs231n.stanford.edu/slides/winter1516_lecture8.pdf)

16.4%



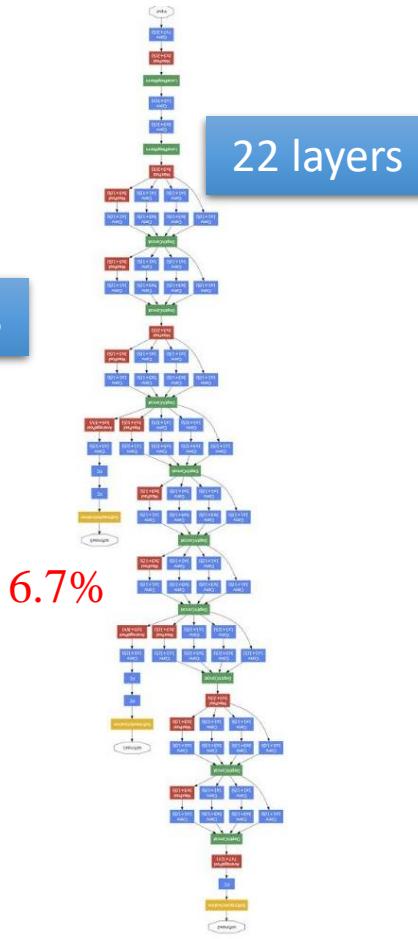
AlexNet (2012)

7.3%



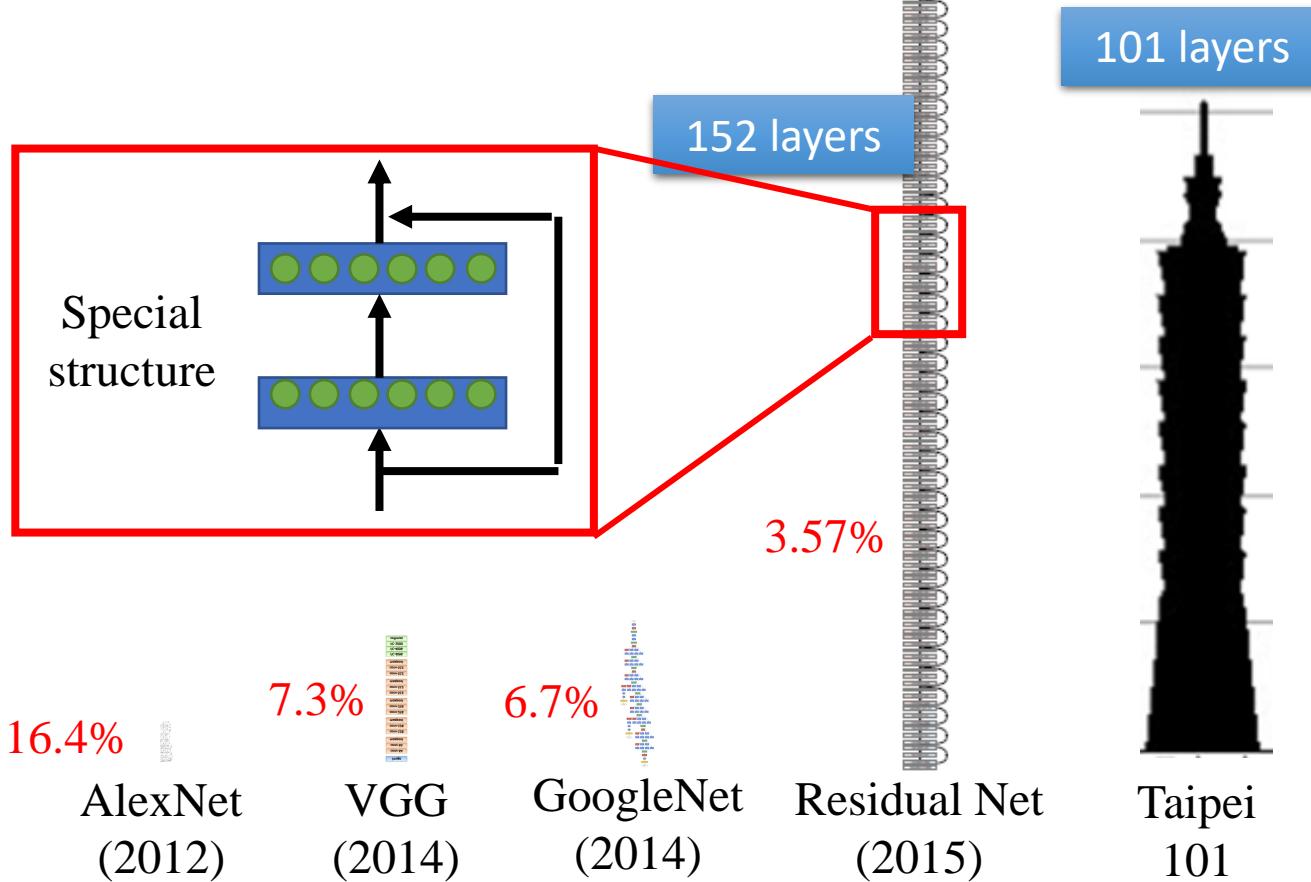
VGG (2014)

6.7%

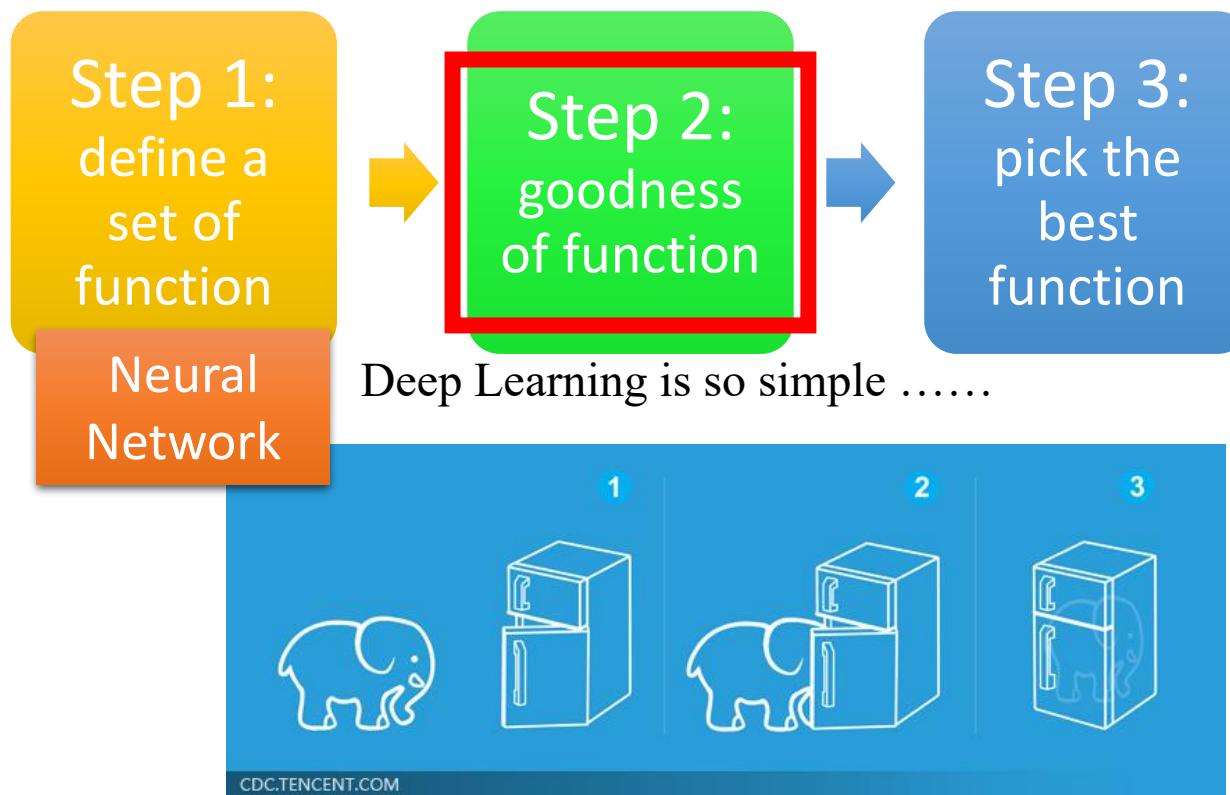


GoogleNet (2014)

Deep = Many hidden layers

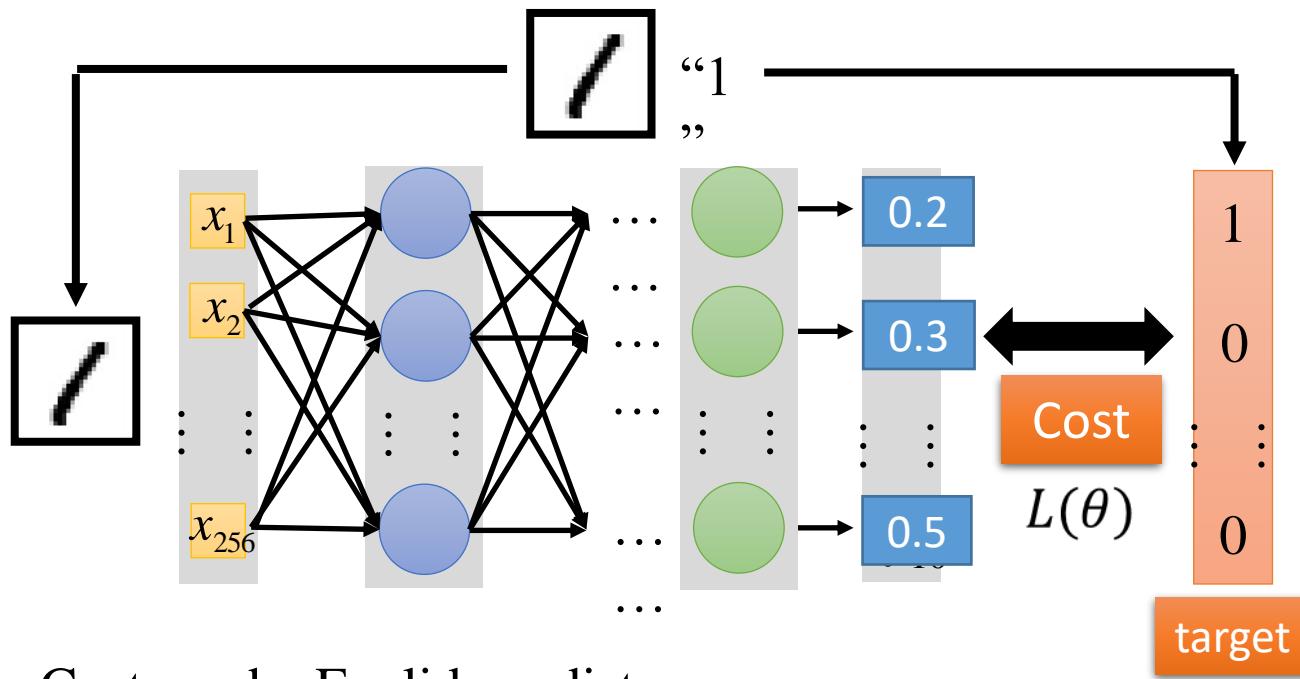


# Three Steps for Deep Learning



# Cost

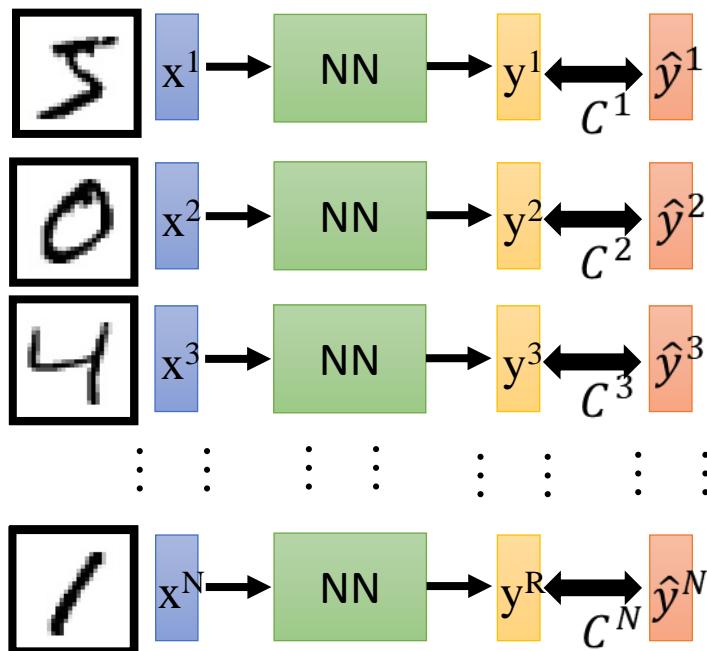
Given a set of network parameters  $\theta$ , each example has a cost value.



Cost can be Euclidean distance or cross entropy of the network output and target

# Total Loss

For all training data ...



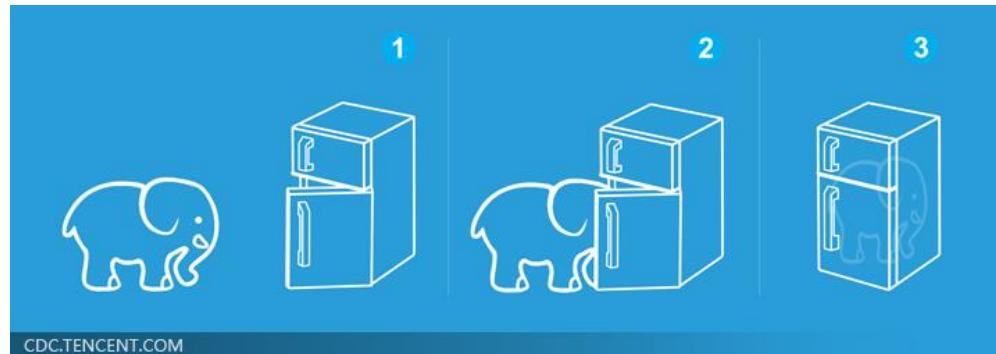
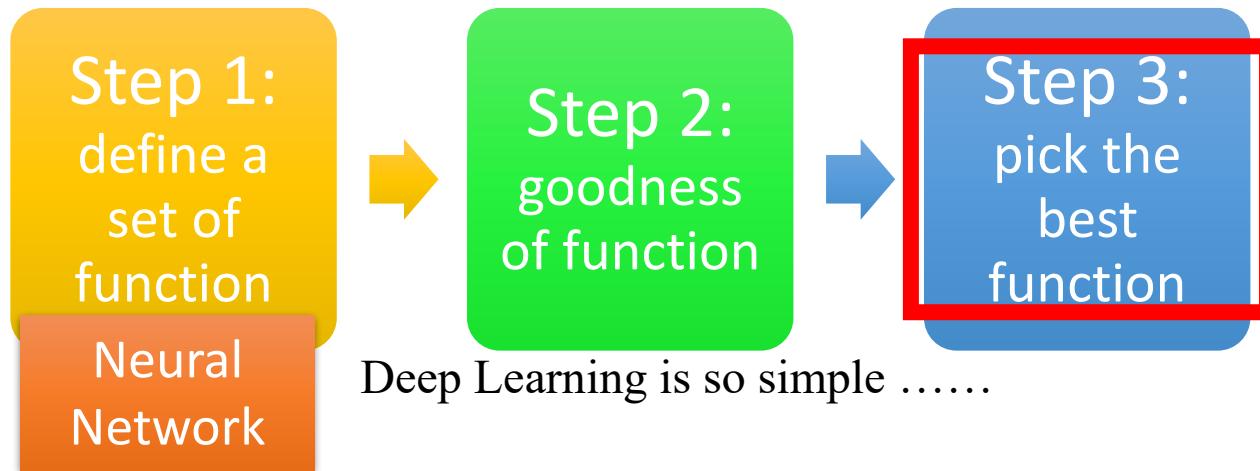
Total  
Loss:

$$L = \sum_{n=1}^N C^n$$

Find a function in  
function set that  
minimizes total loss L

Find the network  
parameters  $\theta^*$  that  
minimize total loss L

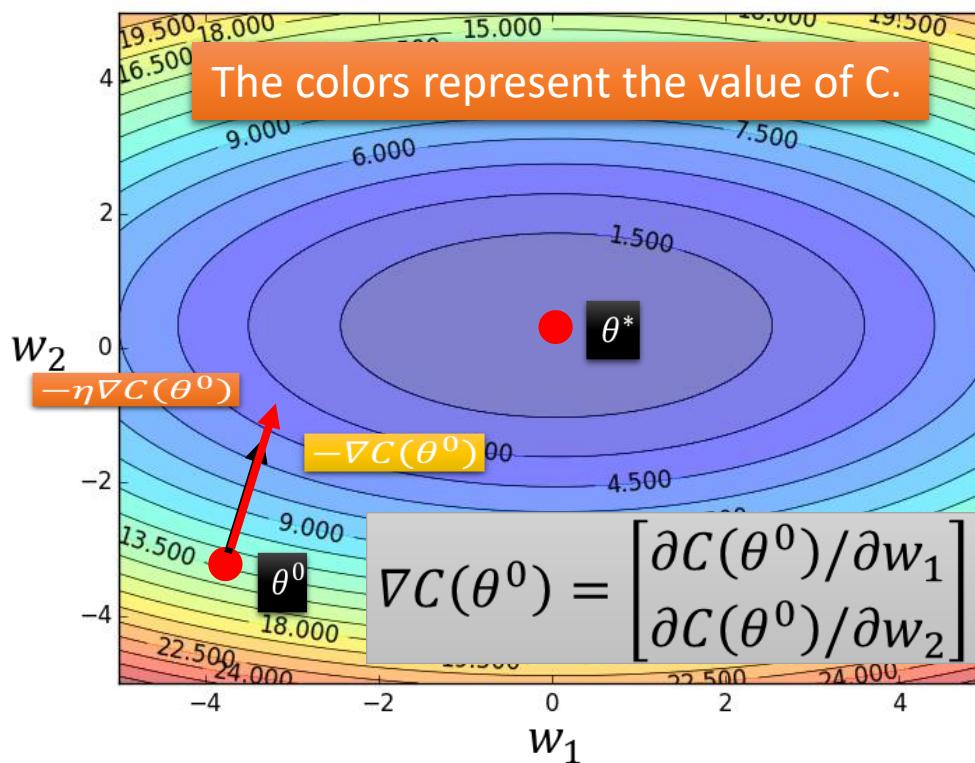
# Three Steps for Deep Learning



# Gradient Descent

梯度下降法

Error Surface



Assume there are only two parameters  $w_1$  and  $w_2$  in a network.

$$\theta = \{w_1, w_2\}$$

Randomly pick a starting point  $\theta^0$

Compute the negative gradient at  $\theta^0$

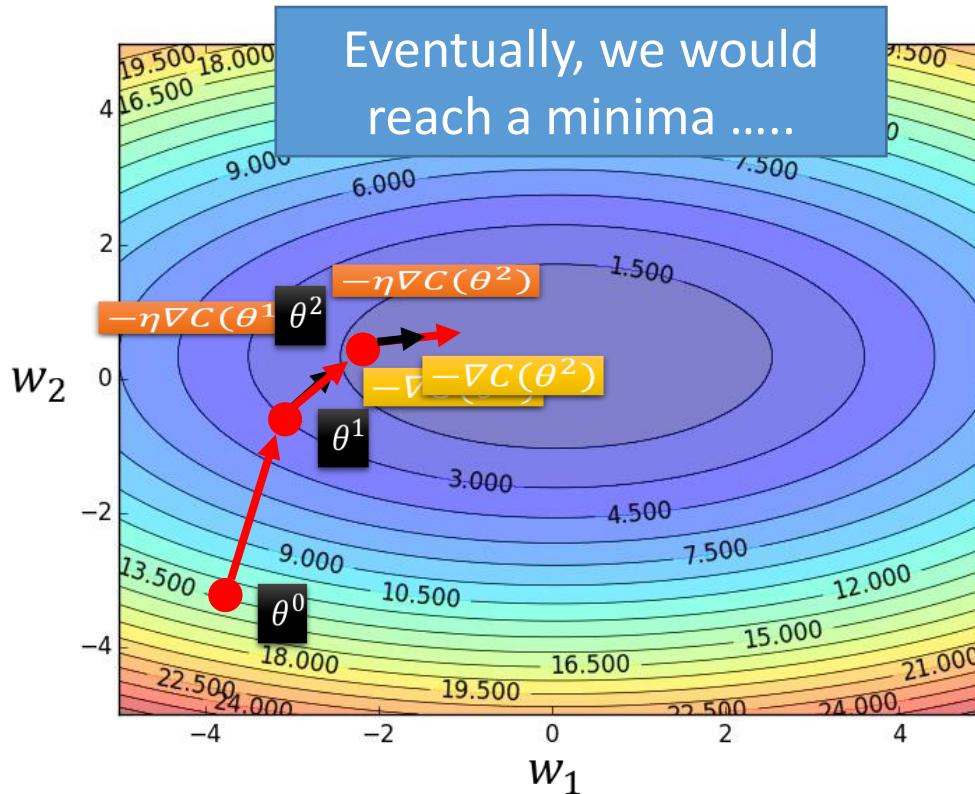
$$\rightarrow -\nabla C(\theta^0)$$

Times the learning rate  $\eta$

$$\rightarrow -\eta \nabla C(\theta^0)$$

# Gradient Descent

## Gradient Descent



Randomly pick a starting point  $\theta^0$

Compute the negative gradient at  $\theta^0$

$\rightarrow -\nabla C(\theta^0)$

Times the learning rate  $\eta$

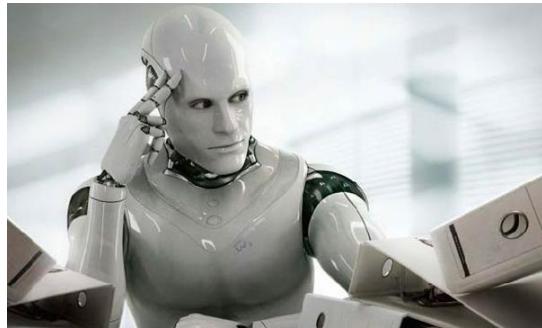
$\rightarrow -\eta \nabla C(\theta^0)$

# Gradient Descent

This is the “learning” of machines in deep learning .....

→ Even alpha go using this approach.

People image .....



Actually .....



I hope you are not too disappointed :p

# Backpropagation

- Backpropagation: an efficient way to compute  $\partial L / \partial w$  in neural network



Caffe



theano

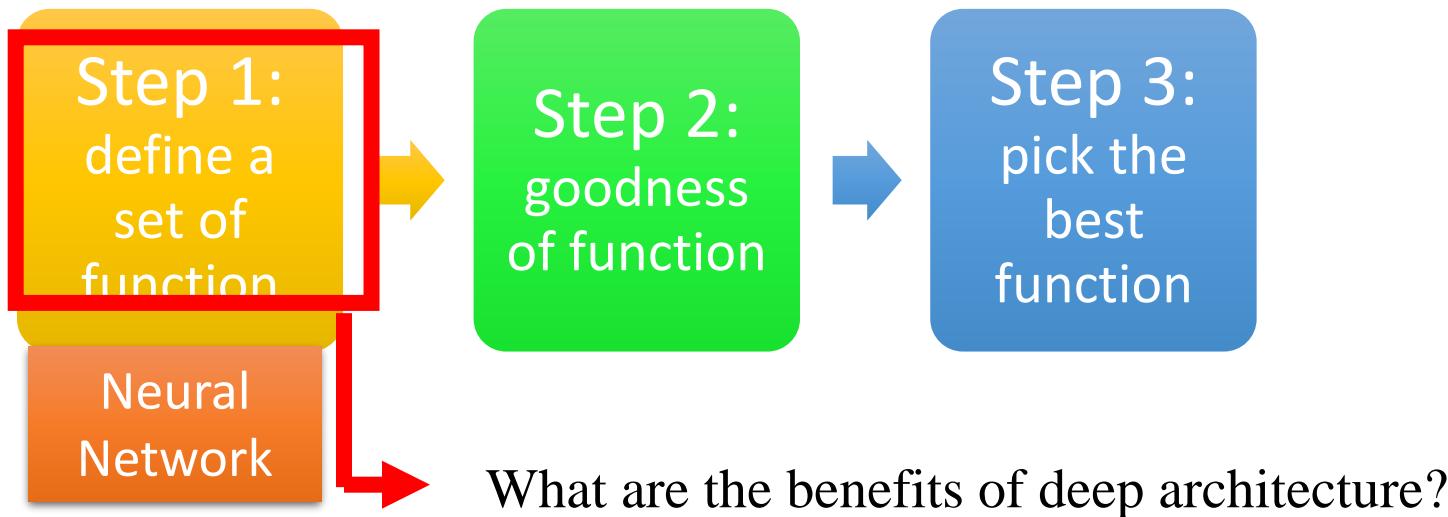


libdnn  
台大周伯威  
同學開發

Ref:

[http://speech.ee.ntu.edu.tw/~tlkagk/courses/MLDS\\_2015\\_2/Lecture/DNN%20backprop.ecm.mp4/index.html](http://speech.ee.ntu.edu.tw/~tlkagk/courses/MLDS_2015_2/Lecture/DNN%20backprop.ecm.mp4/index.html)

# Concluding Remarks



# Deeper is Better?

Layer X Size	Word Error Rate (%)
1 X 2k	24.2
2 X 2k	20.4
3 X 2k	18.4
4 X 2k	17.8
5 X 2k	17.2
7 X 2k	17.1

Not surprised, more parameters, better performance

Seide, Frank, Gang Li, and Dong Yu. "Conversational Speech Transcription Using Context-Dependent Deep Neural Networks." *Interspeech*. 2011.